

电子工业技术词典

机 电 组 件

国防工业出版社

73.6072
174.21

电子工业技术词典

机电组件

《电子工业技术词典》编辑委员会 编

2105/26



内 容 简 介

《电子工业技术词典》是在一九六四年出版的《无线电工业技术词典》(试用本)的基础上作了较大修改和增补而编写的。本《词典》是一本为广大工农兵和干部提供的深入浅出、简明实用的工具书。它也可供从事某个具体专业的科技人员在了解电子工业整个领域的全貌、扩大知识面时参考。

本《词典》共有三十四章。正文中各词汇后附有英文对照,书末附有英文索引,合订本中还附有汉字笔画索引。在出版合订本之前,将先分册出版。各分册所包括的章节内容和出版先后次序,将视具体情况而定。

本分册是《词典》第十章机电组件的内容,它包括:接插件,开关,继电器,斩波器,微电机,变压器等六节。

电子工业技术词典

机 电 组 件

《电子工业技术词典》编辑委员会 编

国防工业出版社 出版

北京市书刊出版业营业所登记证出字第074号

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

国防工业出版社印刷厂印装

787×1092¹/₁₆ 印张 6¹/₂ 131千字

1977年6月第一版 1977年6月第一次印刷 印数:00,001—27,000册

统一书号:17034·29-25 定价:0.72元

前 言

《电子工业技术词典》是在无产阶级文化大革命伟大胜利的鼓舞下，在学习无产阶级专政理论的热潮中，在电子工业发展的新形势下出版的。它是在一九六四年出版的《无线电工业技术词典》（试用本）的基础上编写的。

原《词典》自发行以来，曾受到广大读者的欢迎，为宣传、普及、推广电子技术知识起了一定的作用。十多年来，在毛主席革命路线的指引下，我国电子工业已有很大的发展，生产规模不断扩大，技术水平迅速提高，技术队伍日益壮大，电子技术的推广应用已引起国民经济各部门的重视，并在社会主义革命和社会主义建设中发挥出作用。目前，电子工业已成为国民经济的一个组成部分，电子工业战线的广大职工正在为实现第四届全国人民代表大会提出的宏伟目标而努力奋斗。为适应这一大好形势，更好地为无产阶级政治服务，为工农兵服务，为社会主义服务，我们对原《词典》进行了一次较大的修改和增补。内容力求反映七十年代电子技术的水平，释文尽量做到简明、通俗。目的是为了向要求对电子工业技术有一般常识的广大工农兵和干部提供一本实用的工具书；同时也可供从事某个具体专业的科技人员在了解电子工业整个领域的全貌和扩大知识面时参考。

本《词典》共分三十四章。其目录如下：

- | | |
|-----------------|-------------|
| 一、电工基础； | 二、基本电子线路； |
| 三、网络分析与综合； | 四、电波传播与天线； |
| 五、信息论； | 六、电阻、电容与电感； |
| 七、厚薄膜电路； | 八、磁性材料与器件； |
| 九、电子陶瓷与压电、铁电晶体； | 十、机电组件； |
| 十一、电线与电缆； | 十二、电子管； |
| 十三、半导体； | 十四、电源； |
| 十五、其它元器件； | 十六、通信； |

32723

- | | |
|----------------|------------------|
| 十七、广播与电视； | 十八、雷达； |
| 十九、导航； | 二十、自动控制与遥控、遥测； |
| 二十一、电子对抗； | 二十二、电子计算机； |
| 二十三、系统工程； | 二十四、电子技术的其它应用； |
| 二十五、微波技术； | 二十六、显示技术； |
| 二十七、红外技术； | 二十八、激光技术； |
| 二十九、电声； | 三十、超声； |
| 三十一、声纳； | 三十二、专用工艺设备与净化技术； |
| 三十三、电子测量技术与设备； | 三十四、可靠性。 |

各章互有联系，并尽量避免章节间词汇的重复，故每章只有一定的系统性。正文前有章节和词汇目录，正文中各词汇后附有英文对照，最后附有汉字笔画索引与英文索引。本《词典》将先分册出版，各分册所包含的章节内容和出版先后次序将视具体情况而定。各分册无汉字笔画索引。

本《词典》的编写工作，自始至终是在毛主席革命路线的指引下，在党的领导下进行的。贯彻了“独立自主，自力更生”的伟大方针，坚持了群众路线，实行了工人、干部、科技人员和生产、科研、教学三个结合，以及理论联系实际的原则。《电子工业技术词典》本身就是广大群众集体智慧的结晶。它的编写过程也反映了无产阶级文化大革命后我国出版战线上的新气象。

由于我们水平有限，加上时间仓促，虽然作了很大努力，但《词典》中还可能存在不少错误和不妥之处，恳请广大读者及时批评指正。

《电子工业技术词典》编辑委员会

一九七五年十月一日

目 录

一、接 插 件

接插件.....	10-1	低噪声接插件.....	10-4
连接器.....	10-1	相调连接器.....	10-4
插头座.....	10-1	精密同轴接插件.....	10-4
插头.....	10-1	通用接插件.....	10-4
插座.....	10-2	密封接插件.....	10-4
高频接插件.....	10-2	高真空接插件.....	10-4
同轴接插件.....	10-2	耐高水压接插件.....	10-4
视频接插件.....	10-2	三防接插件.....	10-4
同轴转接器.....	10-2	耐辐照接插件.....	10-5
同轴过渡器.....	10-2	高温接插件.....	10-5
阻抗转接器.....	10-2	低温接插件.....	10-5
配合尺寸转接器.....	10-2	电缆接插件.....	10-5
性别转接器.....	10-2	面板式接插件.....	10-5
双阳.....	10-2	穿墙式接插件.....	10-5
双阴.....	10-3	直式接插件.....	10-5
微带-同轴转接器.....	10-3	弯式接插件.....	10-5
波导-同轴转接器.....	10-3	T形接插件.....	10-5
匹配负载.....	10-3	橡胶连接器.....	10-5
同轴终端.....	10-3	导电橡胶连接器.....	10-6
低频接插件.....	10-3	压敏橡胶连接器.....	10-6
圆形接插件.....	10-3	分离-脱落式连接器.....	10-6
矩形接插件.....	10-3	级间连接器.....	10-6
机柜接插件.....	10-3	脐带式连接器.....	10-6
印制线路板接插件.....	10-3	无插拔力连接器.....	10-6
边缘连接式接插件.....	10-3	旋转式连接器.....	10-6
带状电缆接插件.....	10-3	旋转接头.....	10-6
集成电路插座.....	10-3	接触体.....	10-6
混装式接插件.....	10-4	阳性接触体.....	10-7
大功率接插件.....	10-4	阴性接触体.....	10-7
高电压接插件.....	10-4	中性接触体.....	10-7
脉冲接插件.....	10-4	内接触体.....	10-7

外接触体·····	10-7	防潮套·····	10-11
针孔式接触体·····	10-7	灌封套·····	10-11
双曲线弹性插孔·····	10-7	线夹·····	10-11
麻花形插针·····	10-7	电缆夹·····	10-11
刀片-音叉式接触对·····	10-7	尾罩·····	10-12
对接式接触体·····	10-8	线夹转接器·····	10-12
分支接触体·····	10-8	密封件·····	10-12
簧片式接触体·····	10-8	定位装置·····	10-12
折簧式接触体·····	10-8	导向装置·····	10-12
悬臂式接触体·····	10-8	中心距·····	10-12
胡刷形接触对·····	10-8	接触体密度·····	10-12
音叉对音叉接触对·····	10-8	分界面·····	10-12
线簧式接触体·····	10-8	防碰擦·····	10-12
螺旋弹簧接触体·····	10-9	屏蔽·····	10-12
缩口式插孔·····	10-9	密封·····	10-12
直口式插孔·····	10-9	电压驻波比·····	10-12
可装卸接触体·····	10-9	射频漏泄·····	10-12
绝缘体·····	10-9	功率容量·····	10-13
单块绝缘体·····	10-9	绝缘电阻·····	10-13
多块绝缘体·····	10-9	接触电阻·····	10-13
星形绝缘体·····	10-10	抗电强度·····	10-13
外壳·····	10-10	插入损耗·····	10-13
螺纹锁紧·····	10-10	抗弧性·····	10-13
卡口锁紧·····	10-10	重复性·····	10-13
箱扣式锁紧·····	10-10	电缆夹持力·····	10-13
中心螺钉式锁紧·····	10-10	锁紧力·····	10-13
推入式锁紧·····	10-10	接触体夹持力·····	10-13
法兰锁紧·····	10-10	接触对插拔力·····	10-13
拉线(杆)分离·····	10-10	总插拔力·····	10-13
爆炸分离·····	10-11	插拔寿命·····	10-13
截断分离·····	10-11	漏气速率·····	10-14
拨开分离·····	10-11	偏心率·····	10-14
刀切分离·····	10-11	接触对温升·····	10-14
气动分离·····	10-11	互换性·····	10-14
熔线分离·····	10-11	焊接·····	10-14
电磁分离·····	10-11	压接·····	10-14
热分离·····	10-11	无焊绕接·····	10-14
锯齿环·····	10-11	压接工具·····	10-14

插入工具	10-14	绕接工具	10-14
取卸工具	10-14		

二、开 关

开关	10-15	波段开关	10-19
旋转式开关	10-15	电源开关	10-19
旋转式波段开关	10-15	控制开关	10-19
凸轮开关	10-16	转换开关	10-20
刷形开关	10-16	断路开关	10-20
滚筒开关	10-16	终点开关	10-20
指轮开关	10-16	门开关	10-20
边控旋转开关	10-16	电接触	10-20
钮子开关	10-16	触点	10-20
波动开关	10-17	动触点	10-20
按钮开关	10-17	静触点	10-20
照明指示按钮开关	10-17	动片	10-20
滑动开关	10-17	定片	10-20
键式开关	10-17	接触簧片	10-20
直键开关	10-18	接帚	10-20
琴键开关	10-18	刀	10-20
键盘开关	10-18	极	10-20
微动开关	10-18	位	10-20
快动开关	10-18	掷	10-20
灵敏开关	10-18	跳步机构	10-20
接近开关	10-18		

三、继 电 器

继电器	10-21	热延时继电器	10-22
电磁继电器	10-21	混合式延时继电器	10-22
极化继电器	10-21	固体时间继电器	10-22
二位极化继电器	10-21	热继电器	10-22
三位极化继电器	10-21	温度继电器	10-22
二位偏倚极化继电器	10-21	电热继电器	10-22
非极化继电器	10-21	双金属继电器	10-22
平衡力继电器	10-21	磁电式继电器	10-23
时间继电器	10-22	电动式继电器	10-23
电磁式延时继电器	10-22	仪表继电器	10-23
电动机式时间继电器	10-22	感应式继电器	10-23

静电继电器	10-23	高灵敏继电器	10-26
磁致伸缩继电器	10-23	脉冲继电器	10-26
电致伸缩继电器	10-23	自保持继电器	10-27
压电陶瓷继电器	10-23	磁保持继电器	10-27
振动继电器	10-23	机械保持继电器	10-27
谐振继电器	10-23	快动作继电器	10-27
混合式继电器	10-23	快吸合慢释放继电器	10-27
静态继电器	10-24	慢动作继电器	10-27
无触点继电器	10-24	慢吸合快释放继电器	10-27
固体继电器	10-24	电流继电器	10-27
玻璃半导体继电器	10-24	过流继电器	10-27
光电继电器	10-24	欠流继电器	10-27
霍尔效应继电器	10-24	电压继电器	10-27
射流继电器	10-24	过压继电器	10-27
拍合式继电器	10-24	欠压继电器	10-28
旋转式继电器	10-24	差动继电器	10-28
平衡旋转式继电器	10-24	辅助继电器	10-28
螺管式继电器	10-25	中间继电器	10-28
吸入式继电器	10-25	信号继电器	10-28
旋转螺管式继电器	10-25	电话继电器	10-28
线簧继电器	10-25	电码继电器	10-28
片簧排继电器	10-25	多位置继电器	10-28
舌簧继电器	10-25	步进继电器	10-28
干簧继电器	10-25	顺序继电器	10-28
铁簧继电器	10-25	高频继电器	10-28
水银湿式舌簧继电器	10-25	天线开关继电器	10-28
汞润舌簧继电器	10-25	高压继电器	10-28
胶木箔簧继电器	10-25	耐辐照继电器	10-29
水银螺管式继电器	10-26	微小型继电器	10-29
水银触点继电器	10-26	超小型继电器	10-29
扁平继电器	10-26	小型继电器	10-29
连锁继电器	10-26	敞开式继电器	10-29
真空继电器	10-26	封闭式继电器	10-29
同轴继电器	10-26	密封继电器	10-29
膜片式继电器	10-26	触点	10-29
直流继电器	10-26	主触点	10-29
交流继电器	10-26	辅助触点	10-30
灵敏继电器	10-26	动触点	10-30

静触点	10-30	隔磁片	10-34
单触点	10-30	底座	10-34
双触点	10-30	罩壳	10-34
分叉触点	10-30	支架	10-34
滑动触点	10-30	推杆	10-34
衔铁触点	10-30	推动卡片	10-34
密封触点	10-30	引出端	10-34
离位触点	10-30	复原弹簧	10-34
先动触点	10-30	锁簧	10-34
瞬动触点	10-30	缓冲簧	10-34
干电路触点	10-30	托片	10-35
低电平触点	10-30	消火花电路	10-35
低电容触点	10-30	额定线圈电压	10-35
触点组	10-31	额定线圈电流	10-35
动合触点	10-31	绕组电阻	10-35
常开触点	10-32	线圈消耗功率	10-35
动断触点	10-32	线圈过负载	10-35
常闭触点	10-32	线圈最大消耗功率	10-35
转换触点	10-32	线圈温升	10-35
接触簧片	10-32	触点负载	10-35
动簧片	10-32	干电路负载	10-35
静簧片	10-32	低电平负载	10-35
接触簧片组件	10-32	中等负载	10-35
舌簧	10-32	大负载	10-36
线圈	10-32	切换功率	10-36
灭弧线圈	10-33	额定触点电压	10-36
绕组	10-33	额定触点电流	10-36
无感绕组	10-33	最小触点电流	10-36
线圈骨架	10-33	接触电阻	10-36
线圈包扎层	10-33	动态接触电阻	10-36
衔铁	10-33	触点过载能力	10-36
衔铁转动支承件	10-33	寿命	10-36
衔铁复原止挡	10-33	灵敏度	10-36
铁心	10-33	吸合值	10-36
轭铁	10-33	吸合电压(或电流)的正常值	10-36
极面	10-33	吸合电压(或电流)的最大值	10-37
极靴	10-34	释放值	10-37
短路环	10-34	释放电压(或电流)的正常值	10-37

释放电压(或电流)的最小值	10-37	触点抖动	10-41
不吸动值	10-37	工作状态	10-41
保持值	10-37	释放状态	10-41
绝缘电阻	10-37	工作位置	10-41
抗电强度	10-37	触点失误	10-41
动作频率	10-37	触点污染	10-41
谐振频率	10-37	触点粘结	10-42
控制系数	10-37	触点熔接	10-42
恢复系数	10-37	触点桥接	10-42
填充系数	10-37	触点冷焊	10-42
磁间隙	10-37	触点磨损	10-42
磁工作气隙	10-38	电磨损	10-42
剩余间隙	10-38	桥蚀	10-42
衔铁行程	10-38	电弧磨损	10-42
自由行程	10-38	磁粘附	10-42
衔铁吸合超行程	10-38	电复原	10-42
衔铁反力	10-38	工作安全系数	10-43
衔铁传动比	10-38	调整	10-43
触点间隙	10-38	充氮密封	10-43
触点超行程	10-38	真空焙烘	10-43
触点跟踪	10-38	清洗工艺	10-43
触点压力	10-38	密封工艺	10-43
动作时间	10-39	复原点	10-43
吸合时间	10-39	吸合点	10-43
释放时间	10-39	吸合时间	10-43
触点回跳时间	10-39	正常吸合时间	10-44
触点抖动时间	10-40	瞬时释放时间	10-44
转换时间	10-40	瞬时复原时间	10-44
参差时间	10-40	恢复时间	10-44
吸力特性	10-40	瞬时恢复时间	10-44
电气特性	10-40	饱和状态	10-44
反力特性	10-40	饱和时间	10-44
机械特性	10-40	饱和释放时间	10-44
吸合时间特性	10-40	饱和复原时间	10-44
释放时间特性	10-40	饱和恢复时间	10-44
衔铁颤动	10-41	电压效应	10-44
衔铁回跳	10-41	临界电压	10-44
触点回跳	10-41	最小保持电压	10-44

最小吸合电压·····	10-44	功耗·····	10-45
输入部分·····	10-44	最大允许功耗·····	10-45
输入阻抗·····	10-44	隔离·····	10-45
最大输入电压·····	10-44	耦合·····	10-45
输出部分·····	10-45	“吸合”·····	10-45
开路阻抗·····	10-45	“释放”·····	10-46
“触点”压降·····	10-45	“吸合”电流(电压)·····	10-46
最小输出电流(电压)·····	10-45	“释放”电流(电压)·····	10-46
最大输出电流(电压)·····	10-45	“吸合”时间·····	10-46
瞬时过载电流·····	10-45	“释放”时间·····	10-46
开路漏泄电流·····	10-45	热稳定性·····	10-46
浪涌电流·····	10-45	最高动作频率·····	10-46
“触点”电压上升率·····	10-45	失误·····	10-46

四、斩 波 器

斩波器·····	10-47	激励电压与频率·····	10-48
机械斩波器·····	10-47	噪声·····	10-48
固体斩波器·····	10-47	接触率·····	10-49
晶体管斩波器·····	10-47	接触率不对称度·····	10-49
场效应管斩波器·····	10-47	触点停留时间·····	10-49
光电斩波器·····	10-47	触点接通时间·····	10-49
振动容量型斩波器·····	10-48	触点飞越时间·····	10-49
磁调制式斩波器·····	10-48	触点脱离时间·····	10-49
水银舌簧式斩波器·····	10-48	公共时间·····	10-49
霍尔效应斩波器·····	10-48	抖动·····	10-49
磁阻效应斩波器·····	10-48	相位角·····	10-49
超导斩波器·····	10-48	效率·····	10-49
触点接触型式·····	10-48		

五、微 电 机

微电机·····	10-50	力矩式差动自整角接收机·····	10-51
微特电机·····	10-50	控制式自整角机·····	10-51
控制用微电机·····	10-50	控制式自整角发送机·····	10-51
自整角机·····	10-50	控制式差动自整角发送机·····	10-51
力矩式自整角机·····	10-50	控制式自整角变压器·····	10-51
力矩式自整角发送机·····	10-50	自整角解算器·····	10-51
力矩式差动自整角发送机·····	10-51	多极自整角机·····	10-52
力矩式自整角接收机·····	10-51	双通道自整角机·····	10-52

无接触式自整角机	10-52	谐波剩余电压	10-57
电气零位	10-52	输出斜率	10-57
基准电气零位	10-52	线性误差	10-57
零位电压	10-52	不灵敏区	10-57
基波零位电压	10-52	波纹系数	10-57
最大输出电压	10-52	伺服电动机	10-57
比整步转矩	10-52	交流伺服电动机	10-57
阻尼时间	10-52	两相伺服电动机	10-57
输出相位移	10-52	惯性阻尼伺服电动机	10-58
电气误差	10-53	直流伺服电动机	10-58
比电压	10-53	他激式直流伺服电动机	10-59
静摩擦力矩	10-53	永磁式直流伺服电动机	10-59
旋转变压器	10-53	空心杯电枢直流伺服电动机	10-59
正余弦旋转变压器	10-53	无槽电枢直流伺服电动机	10-59
线性旋转变压器	10-53	印刷绕组直流伺服电动机	10-60
比例式旋转变压器	10-53	无刷直流伺服电动机	10-60
特殊函数旋转变压器	10-53	伺服电动机的堵转转矩	10-60
多极旋转变压器	10-53	空载始动电压	10-60
双通道旋转变压器	10-54	空载转速	10-60
感应整步机	10-54	调节特性	10-60
无接触式旋转变压器	10-54	机械特性	10-60
电气零位	10-54	理想机械特性	10-60
变比	10-54	机械特性的非线性度	10-60
输出斜率	10-54	机电时间常数	10-60
零位误差	10-54	力矩电动机	10-61
正余弦函数误差	10-54	交流力矩电动机	10-61
线性误差	10-54	直流力矩电动机	10-61
感应移相器	10-55	无刷直流力矩电动机	10-61
测速发电机	10-55	力矩电动机的堵转转矩	10-61
交流测速发电机	10-55	转矩波动系数	10-61
异步测速发电机	10-55	峰值堵转转矩	10-61
同步测速发电机	10-56	峰值堵转电流	10-61
直流测速发电机	10-56	峰值堵转电压	10-62
电磁式直流测速发电机	10-56	峰值堵转控制功率	10-62
永磁式直流测速发电机	10-56	连续堵转转矩	10-62
输出特性	10-57	连续堵转电流	10-62
剩余电压	10-57	连续堵转电压	10-62
基波剩余电压	10-57	连续堵转控制功率	10-62

转矩灵敏度.....	10-62	组合电机.....	10-63
反电势系数.....	10-62	驱动用微电机.....	10-63
最大空载转速.....	10-62	磁滞同步电动机.....	10-64
步进电动机.....	10-62	直流稳速电动机.....	10-64
反应式步进电动机.....	10-62	通风电动机.....	10-65
永磁式步进电动机.....	10-62	轴流式通风电动机.....	10-65
感应子式步进电动机.....	10-63	离心式通风电动机.....	10-65
电液式步进电动机.....	10-63	电源电机.....	10-65

六、变 压 器

1. 变压器的基本类型

变压器.....	10-66
干式（自冷）变压器.....	10-67
油浸式（自冷）变压器.....	10-67
氟化物（蒸发冷却）变压器.....	10-67
开放式变压器.....	10-67
灌封式变压器.....	10-67
密封式变压器.....	10-67
心式变压器.....	10-68
壳式变压器.....	10-68
环形变压器.....	10-68
金属箔变压器.....	10-68
电源变压器.....	10-68
整流变压器.....	10-69
阳极变压器.....	10-69
开关式电源用电源变压器.....	10-69
直流变换器用变压器.....	10-69
灯丝变压器.....	10-69
限流变压器.....	10-69
峰值变压器.....	10-69
稳压变压器.....	10-70
隔离变压器.....	10-70
磁开关变压器.....	10-70
自耦变压器.....	10-70
调压器.....	10-71
调压变压器.....	10-71
接触调压器.....	10-71

移圈调压器.....	10-71
感应调压器.....	10-71
音频变压器.....	10-71
输入变压器.....	10-71
级间变压器.....	10-72
推动变压器.....	10-72
阴极输出变压器.....	10-72
输出变压器.....	10-72
调幅变压器.....	10-72
匹配变压器.....	10-73
线间变压器.....	10-73
选择性变压器.....	10-73
中频变压器.....	10-73
陶瓷中频变压器.....	10-74
脉冲变压器.....	10-74
帧输出变压器.....	10-74
行输出变压器.....	10-74

2. 变压器的结构及材料

铁心.....	10-75
冲制铁心片.....	10-75
插片铁心.....	10-75
C形铁心.....	10-75
卷绕切割铁心.....	10-76
三相E形铁心.....	10-76
心式铁心.....	10-76
壳式铁心.....	10-76
环形铁心.....	10-76

铁氧体磁心.....	10-77	电晕放电.....	10-80
磁屏蔽.....	10-77	过负荷.....	10-80
静电屏蔽.....	10-77	杂散磁场干扰.....	10-81
冷轧硅钢带(板).....	10-77		
热轧硅钢板.....	10-78	4. 音频变压器的主要技术要求	
恒磁导合金.....	10-78	音频变压器的电压比.....	10-81
高频电磁线.....	10-78	音频变压器的效率.....	10-81
自粘性漆包线.....	10-78	频带宽度.....	10-81
绝缘漆.....	10-78	频率特性.....	10-81
玻璃漆布.....	10-78	频率响应.....	10-82
		波形失真.....	10-82
3. 电源变压器的主要技术要求		非线性失真.....	10-82
(工作) 温度等级.....	10-78	自感.....	10-82
环境温度.....	10-79	漏感.....	10-82
温升.....	10-79	分布电容.....	10-82
额定功率.....	10-79		
额定伏安.....	10-79	5. 脉冲变压器的主要技术要求	
额定频率.....	10-79	匝比.....	10-82
额定电压.....	10-79	变压系数.....	10-82
电压比.....	10-79	变比.....	10-82
电压调整率.....	10-79	特性阻抗.....	10-82
空载电流.....	10-79	脉冲波形失真.....	10-82
磁化电流.....	10-80	阻抗匹配.....	10-82
空载损耗.....	10-80	磁感应增量.....	10-82
铁心损耗.....	10-80	磁场强度增量.....	10-83
铁耗.....	10-80	脉冲磁导率.....	10-83
效率.....	10-80	静态磁导率.....	10-83
抗电强度.....	10-80	有效脉冲磁导率.....	10-83
绝缘电阻.....	10-80	脉冲视在磁导率.....	10-83

一、接 插 件

接插件

connector

接插件又称连接器或插头座（而“接插件”又常泛指连接器、接头、插塞、接线柱、保险丝座、电子管座以及开关等）。它能为电子设备提供简便的插拔式电气连接。

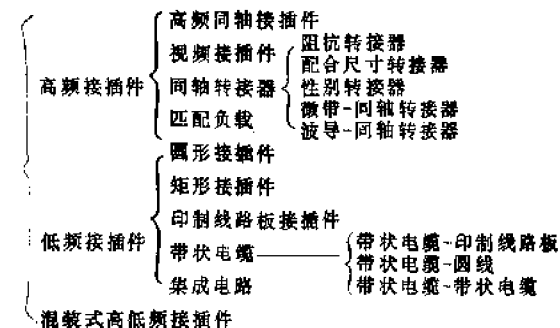
按电气连接可概分为永久性、半永久性和可卸式三类。永久性连接如熔焊、压接。半永久性连接如钎焊、绕接。而用接插件则属于可卸式连接。

现代电子系统，为便于组装、维修、置换，在分立元、器件或集成电路与印制线路基板之间、基板与机匣之间、机匣与机架面板之间、机柜与机柜之间，多采用可卸式电气连接。因此，对于复杂电子系统（如计算机等）则要求使用数以千计的各类接插件。

对接插件的主要性能要求是：接触可靠、良好的导电性、足够的机械强度、适当的插拔力和绝缘性。此外，为适应电子系统的小型化趋向，接插件的外型尺寸和结构也在朝向小型化发展。接插件的尺寸大小，高频接插件以外导体内径标示，低频接插件以接触体中心距（或密度）标示。

接插件的分类如下：

1. 按工作频率区分：



2. 按电气要求区分：

通用接插件
大功率同轴接插件
高电压接插件
脉冲接插件
低噪声接插件
相调接插件
精密同轴接插件

3. 按环境条件区分：

密封接插件 { 高水压接插件
三防接插件 { 高真空接插件
耐辐照接插件
高温接插件
低温接插件

4. 按安装方式区分：

电缆接插件
面板式接插件
穿墙式接插件

5. 按外形结构区分：

直式接插件
弯式接插件
T形接插件

6. 特殊结构连接器：

旋转式连接器
分离-脱落式连接器
无插拔力连接器
橡胶连接器

连接器

connector

即“接插件”。

插头座

connector

即“接插件”。

插头

plug

接插件一般分为插头和插座两半。

插头一般指不固定的那一半。带阳性接触体的插头称为公插头；带阴性接触体的插

头称为母插头。插座一般指固定（在面板或底盘上）的那一半。带阳性接触体的插座称为公插座；带阴性接触体的插座称为母插座。

当接插件两半无固定与不固定的区分时（如电缆连接器），则可按接触体形式加以区分，带阳性接触体的可称插头，带阴性接触体的可称插座。

当接插件两半无固定与不固定的区分，而所带接触体又无阳阴性之区分时，接插件两半就不分插头和插座。

插座

receptacle

见“插头”。

高频接插件

high-frequency connector

高频接插件一般指工作频率在数兆赫至数千兆赫、甚至万兆赫的电路使用的接插件的总称。因为这种接插件大都采用单芯同轴结构，故又称为同轴接插件。按照这种结构形式，它也可以归入微波同轴元件这一大类中去。同轴接插件的工作频率较高，为了减少损耗，一般采用介质损耗系数较小的绝缘材料（例如聚乙烯、聚苯乙烯、聚四氟乙烯等）作为绝缘体。为了保证接触性能良好，即接触电阻小，在接触体上还要镀敷金或银等。

在高频接插件的设计中，除考虑阻抗匹配和尽量减小驻波系数外，额定功率也是需要注意的。这主要是为了电信号能很好地传输和解决接插件发热问题。

同轴接插件

coaxial connector

见“高频接插件”。

视频接插件

video-frequency connector

视频接插件的工作频率一般在数兆赫至300兆赫这个视频段内。视频接插件由于频率不太高，所以设计时，考虑阻抗补偿以达

到匹配的要求就比高频同轴接插件低，但不像低频接插件那样不予考虑。

同轴转接器

coaxial adapter

同轴转接器又称同轴过渡器。它在不同的高频接插件的插头和插座之间起转接作用。其设计与高频接插件近似，所以通常把转接器乃至匹配负载之类的器件划入高频接插件这一类之内。

按照不同用途，把转接器分为配合尺寸转接器、阻抗转接器、性别转接器、微带-同轴转接器、波导-同轴转接器等等。

同轴过渡器

coaxial adapter

即“同轴转接器”。

阻抗转接器

impedance adapter

不同阻抗的高频接插件之间，为了在连接后能达到阻抗匹配，需要接上一个转接器，这就是阻抗转接器。例如从75欧姆转到50欧姆就需要接上阻抗转接器。

配合尺寸转接器

adapter for smaller and larger connectors

这是一种在阻抗相同而配合尺寸不相同的高频接插件插头和插座之间起尺寸转接作用的转接器。例如外导体内径从16毫米转到7毫米，就要用配合尺寸转接器，俗称“大转小”。

性别转接器

intersex adapter

高频接插件的内导体有阳性、阴性和中性三种。除了阳-阴，中性-中性可直接接插外，其它阳-阳（俗称“双阳”）、阴-阴（俗称“双阴”）等，都必须采用转接器。这种转接器称为性别转接器。

双阳

plug-to-plug adapter

见“性别转接器”。

双阴

jack to jack adapters

见“性别转接器”。

微带-同轴转接器

microstrip-to-coaxial adapter

为了测定微带电路的性能和解决仪器与该电路之间的连接,就需要一种从微带线到同轴的宽频、低反射的转接元件,这就是微带-同轴转接器。

波导-同轴转接器

waveguide-to-coaxial adapter

波导的测量和波导与同轴线之间的连接,往往需要采用相应的宽频、低反射的转接元件,这就是波导-同轴转接器。

波导-同轴转接器的主要作用是使波导与同轴线的阻抗匹配。这种转接器的结构形式较多,常见的是不对称探针和脊形过渡两种形式。

匹配负载

matched load

匹配负载也称“同轴终端”。它是一种与电路末端的接插件相连接的终端器件,其特性阻抗与电路的特性阻抗相同,起吸收电信号能量的作用。

同轴终端

coaxial termination

即“匹配负载”。

低频接插件

low-frequency connector

一般指传输信号频率从直流到数百千赫的接插件。这类接插件的传输电流范围较大,从数微安到数百安。

低频接插件的结构大都是多线的,线数可以多到数百个。

在设计低频接插件时,可以不考虑其特性阻抗问题。

圆形接插件

circular connector; cylindrical connector; round connector

外形呈圆柱形的多线低频接插件,习惯上称为圆形接插件。

矩形接插件

rectangular connector

方形的和长方形的多线接插件统称矩形接插件。

机柜接插件

rack-and-panel connector

在机柜式电子设备中,装在机匣后面的接插件称机柜接插件。一般是插头固定在机匣后端,插座固定在机柜后壁。这样,当机匣推入时插头与插座插合,而当机匣拉出时则插头与插座断开。机柜接插件大都是矩形的。

印制线路板接插件

printed circuit connector

系指配接于印制线路板引出端的条形低频接插件。印制线路板接插件可概分两种类型,一种是单件的,一种是双件的。单件的只是一个插座,印制线路板引出端可直接插入其中,它常称边缘连接式接插件。双件的则由插头和插座组成,而将插头固定连接于印制线路板的引出端。

边缘连接式接插件

edge connector

见“印制线路板接插件”。

带状电缆接插件

flat-cable connector

系指配接带状电缆的接插件。它可分为用于连接带状电缆与带状电缆的、连接带状电缆与圆导线的、连接带状电缆与印制线路板的等多种型式。

集成电路插座

integrated circuit socket

系指用于安装集成电路封装件的插座,

常见的型式是双列直插式封装件插座。

混装式接插件

connector with mixed contacts

混装式接插件或称混合式接插件。系指含有不同尺寸、不同形式、不同容量、不同频率（高频、低频）或不同用途（信号、电源）的接触体的接插件。其件壳里的绝缘体大都是积木式的，可按设计需要任意组合。

其中，兼含低频和高频接触对的接插件称为高低频混装式接插件。

大功率接插件

high-power connector

一般指能传输数千瓦以上功率的接插件。高频大功率接插件主要用于雷达、广播设备和通信设备的馈线上。低频大功率接插件主要用于电源设备。

高电压接插件

high-voltage connector

系指能传输数千伏以上电压的接插件。实现耐高电压的途径是：选用耐高压材料；排除电极间的空气；增加爬电距离。

这种接插件主要用于高电压设备。

脉冲接插件

pulse connector

系指用于传输脉冲信号的接插件。它的主要特点是频带宽。

低噪声接插件

low-noise connector

它是一种本身产生的噪声和外加信号之比例较小的接插件。由于为了防止干扰需要屏蔽起来，故一般做成同轴型的，同时还要采取一定的结构措施，以防止接插件因振动而产生附加噪声。

相调连接器

phase-adjustable connector

它是一种在电路中用来调节负载相位的连接器。即通过对连接器的调节，使负载的相位在指定的范围内变化。它主要用于相控

阵雷达和测试设备。

精密同轴接插件

precision coaxial connector

精密同轴接插件是一种具有极小的反射系数（其电压驻波比，对于14毫米接插件来说，不大于 $1.001+0.001 \times f_{GHz}$ ；对于7毫米接插件来说，不大于 $1.003+0.002 \times f_{GHz}$ ）和稳定的电气参数的高频同轴元件。由于它的这些特点，所以在微波测量中大大提高了测量的精确度。

精密同轴接插件之所以有这些特性，主要靠采用特殊的机械结构和提高加工精度。由于绝缘机构的不同，这种接插件可分为普通精密接插件（采用介质支撑）和实验室精密同轴接插件（采用空气介质）两种。

通用接插件

general connector

它一般是指没有特殊环境条件要求、没有特殊电气性能（如大功率、高电压等等）要求和没有机械性能要求的高频接插件。

密封接插件

hermetically sealed connector

它是用玻璃烧结等工艺将接触体严密封闭的接插件。因它的漏气率很小，因而适宜在高真空或高水压等条件下工作。适宜在高真空（如宇宙空间）条件下工作的接插件又称高真空接插件；适宜在高水压（如潜艇）条件下工作的接插件又称耐高水压接插件。

高真空接插件

high-vacuum connector

见“密封接插件”。

耐高水压接插件

high-pressure resistant underwater connector

见“密封接插件”。

三防接插件

environmentally sealed connector

它是统指采用橡皮垫圈等零件以及用灌封等方法对接触体进行密封的接插件。其所以密封是为了防止潮气、盐雾、霉菌等恶劣气候条件对接触体可靠性产生影响。

耐辐照接插件

radiation-resistant connector

在辐照条件下能正常工作的接插件称为耐辐照接插件。它采用特殊的耐辐照材料(如聚酰亚胺、陶瓷等)。

高温接插件

high-temperature connector

高温接插件是指在高温条件(如核反应堆和火箭发动机壳等)下能正常工作的接插件;它一般采用特殊的耐高温绝缘材料,并通过相应的结构和工艺来保证耐高温性能。

低温接插件

cryogenic connector

它一般是工作于 $100\sim 200^{\circ}\text{K}$ 以下的一类接插件。例如,在超导电路、接触液氢、液氧、液氮等介质情况下工作的接插件就是低温接插件。

电缆接插件

cable-to-cable connector

用于电缆之间连接的接插件称为电缆接插件。

面板式接插件

cable-to-chassis connector

面板式接插件又称仪器式接插件。它安装在仪器或电子设备的面板或底板上,并靠法兰或压紧零件固定。

穿墙式接插件

bulkhead connector

穿墙式接插件一般有三个组成部分,两端是插头,中间是一个插座。插座穿过面板(即“墙”),并固定在面板上。

直式接插件

straight connector

系指进线方向与插拔方向相一致的接

插件。

弯式接插件

angle connector

系指进线方向与插拔方向成一定角度的,一般是成直角的接插件。

T形接插件

T connector, Tee connector

T形接插件俗称“三通”,它是高频接插件的一种类型。它有三个同轴结构的端部,分成三个方向,可以与三个同轴接插件相配合,用来分输功率和信号。

橡胶连接器

elastomer connector

它是适应微型器件而发展的一类连接器。它用于电子手表液晶显示器、集成电路等高密度双列引出端封装件与印制线路板之间的电气连接。

橡胶连接器可分采用非导电橡胶的、导电橡胶的和压敏导电橡胶的等多种类型。

1. 采用非导电橡胶的一种连接器——用象铅笔芯那样细的橡胶棍,外绕以带有微金属化平行导线的柔质薄膜。把这样的两根弹性细棍,置于双列引出端封装件的两侧,放到印制线路板上,压紧固定,则由用作接触体的微金属化平行线将器件的两列引出线与板上的对应的各条线路一一接通。

2. 由导电橡胶与非导电橡胶相间粘叠而成的一种连接器——这种连接器按照双列引出端封装件的引线中心距,把与之相应厚度的导电橡胶片和非导电橡胶片相间叠加粘合成多层橡胶块,再切制成如类型1所述那种尺寸的橡胶棍。它以各导电橡胶层为接触体。其使用情况与类型1同。

3. 另一种导电橡胶连接器——以小的导电橡胶钮(状如双菌头铆钉)为接触体,把这种接触体一个个地嵌装在矩形塑料框的两个长边的各个通孔里。使用时,把双列引出端封装器件置于矩形框上,使器件的两列引

出线与框上的两列弹性接触体一一对准；再把置有器件的这种连接器装到印制线路板上；最后加上压盖使之固定。这样，器件上的各个引出线与板上的各条印制导线就由一个个的导电橡胶钮接通。

4. 压敏橡胶连接器，状如一块衬垫，厚约0.4毫米。当把这种连接器夹在器件与印制线路板之间时，只靠丝网印刷或镀敷在基片上的引出端和板上的线路的微薄高度所施予之轻微压力，就可导致该填充金属的橡胶衬垫内的金属微粒重新排列，从而使垂直于连接面的方向形成导电通路，而在横向左右和成对角线上下相邻的器件引出线和板上线路之间形成绝缘。

上述各种橡胶连接器的共同特点是密度极高、顺应性好（不严格要求尺寸精度）、气密、耐冲耐振，等等。

导电橡胶连接器

conductive elastomer connector

见“橡胶连接器”。

压敏橡胶连接器

pressure-sensitive elastomer connector

见“橡胶连接器”。

分离-脱落式连接器

separation(breakaway)connector

它是分离连接器和脱落连接器的总称。它是导弹、火箭、飞船及飞机上的一种重要元件。分离连接器在导弹飞行过程中起到火箭级间电路的连接、断开作用，所以又称“级间连接器”。脱落连接器在导弹发射之前起到导弹电路和地面设备的连接和断开作用，所以也形象地称为“脐带式连接器”。

分离-脱落式连接器是靠外力来实现分离和脱开的。很多连接器只使用一次，但这一次要绝对可靠。

分离-脱落方式(见“分离方式”)可分拉线(杆)分离、爆炸分离、截断分离、拨开分离、刀切分离、气动分离、熔线分离、电磁

分离和热分离等几种。这几种分离脱落方式各有其优缺点。例如爆炸分离，优点是可在导弹起飞前分离，更换某些零件后仍可使用，可与其它形式组合，反应速度快，成本低等优点；缺点是引信易爆炸，工作温度在205℃以下。

级间连接器

interstage connector

见“分离-脱落式连接器”。

脐带式连接器

umbilical connector

见“分离-脱落式连接器”。

无插拔力连接器

zero-force connector

它是一种采用特殊结构的连接器。它在达到完全接插前的一段过程中，接触体表面无机械接触，故不需要加插入力。在完全插接后，接触体以一定形式移动，从而实现紧密的电接触。拔开时，因接触体先脱离接触，后拔出，所以也不需要拔力。这种连接器一般都是多路连接器。优点是插拔方便，接触体无磨损，因而寿命长、接触可靠。

旋转式连接器

coaxial rotating joint

它又称旋转接头。这种连接器的插头或插座可绕公共轴转动，并能保持电气连接。旋转式连接器一般用于被连接部分需要旋转的场合，例如雷达天线的馈线。

旋转接头

coaxial rotating joint

即“旋转式连接器”。

接触体

contact

它是连接器(接插件)中对电路真正起到接通或断开作用的导电零件。由于其性能好对连接器可靠性有十分重大的影响，因此要求其接触电阻小，插拔寿命长。

多数接触体都有阳性、阴性之分。阴性

者如插孔、音叉接触体、双曲线弹性插孔等都可叫做“阴性接触体”。阳性者如插针、麻花形接触体、铲形接触体等都可称作“阳性接触体”。但也有一些接触体如胡刷形接触体和音叉对音叉接触体等分辨不出是阴是阳，这种接触体常叫做“中性接触体”。

应该指出，高频连接器中一般采用同轴结构，其接触体与配接的同轴线的内外导体对应，分别叫做“内接触体”、“外接触体”。它们的结构形式一般要比低频连接器中的简单。低频连接器一般都是多路连接器，接触体都以一定的格式分布排列。

接触体尾部都备有某种形式的接线装置，如压接孔、焊接孔和绕接柱等。

接触体的常用材料是黄铜、磷青铜、锡铍青铜、铍青铜等。接触体外面一般镀有硬金或银等镀敷材料，以减小接触电阻，提高接触寿命、可靠性和其它工作性能。

阳性接触体

male contact

见“接触体”。

阴性接触体

female contact

见“接触体”。

中性接触体

hermaphroditical contact; sexless contact

见“接触体”。

内接触体

inner contact

见“接触体”。

外接触体

outer contact

见“接触体”。

针孔式接触体

pin(socket)type contact

针孔式接触体为目前最通用的一种接触体形式。针孔式接触体由插针和插孔组成。

插针一般是一个圆柱形实芯金属体，顶端成锥形或球面形。插孔是一根开槽的细管，经过收口或加包箍，具有弹性。插针和插孔的尾部都有接线装置。如图所示。



针孔式接触体

双曲线弹性插孔

hyperbolic contact

这是接触体的一种形式。其特点是：在10万次插拔寿命内能保持很低的插拔力；能抗振、抗冲击；具有缩口的结构特点。如图所示。

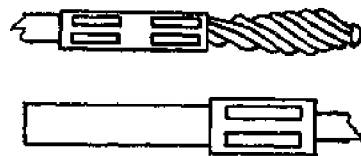


双曲线弹性插孔

麻花形插针

twisted-wire contact

这是一种由十根细金属丝绞成的插针。绞法是：在三股青铜线绞成的线芯外面再绞上七股稍粗些的青铜线，绞的方向相反。绞成后，一头熔焊成球面，另一头压接在一个金属管内，如图所示。它的特点是接触稳定，接触电阻小。

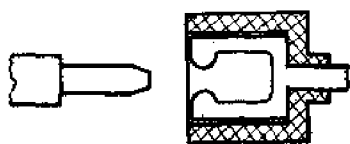


麻花形插针

刀片-音叉式接触对

blade-and-tuning-fork contact

这是一种阴性接触体形式。与其相配的阳性接触体是一块小金属片，称为刀片形接触对。两者互相插接时，能构成电气接触。如图所示。



刀片-音叉式接触对

对接式接触体

butting contact

对接式接触体的端面可以是球面、平面或凹面，它同另一个形状相配的接触体构成接触对。两个相配的接触体中必须有一个是装在弹簧上的，这样才能使接触可靠。

分支接触体

bifurcated contact

它是接触体的一种形式。其端部分叉，这样在一个接触体上就可有两个接触部分，从而提高了接触可靠性。如图所示。



分支接触体

簧片式接触体

leaf contact

用冲制的弹簧片做成的接触体〔如折簧式(图1)、悬臂式(图2)等〕统称为簧片式接触体。它常用于印制电路板边缘连接器。

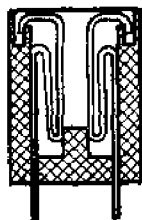


图1 折簧式簧片接触体

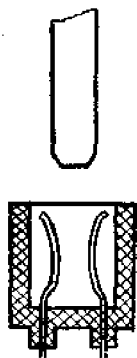


图2 悬臂式簧片接触体

折簧式接触体

bellows contact

见“簧片式接触体”。

悬臂式接触体

cantilever contact

见“簧片式接触体”。

胡刷形接触对

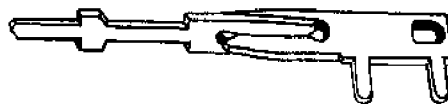
multi-wire brush contacts

它是一种中性接触体。它由一束金属丝捆扎在一个金属管内构成。其形状像个胡刷。

音叉对音叉接触对

hermaphroditic tuning fork type contacts; two fork-like contacts

由两个扁平的音叉形接触体构成的接触对，称为音叉对音叉接触对。当两个音叉接触体互相插接时，出现四个接触面。如图所示。这种接触体的优点是接触电阻小、接触可靠。



音叉对音叉接触对

线簧式接触体

formed wire contact

由弹性金属线制成的接触体称为线簧式接触体。它有多种形式，如双线簧插针(图1)和四线簧插针(图2)等。严格说来，麻花形插针也可归入此类。

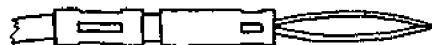


图1 双线簧插针

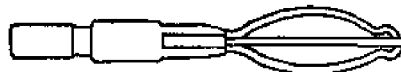
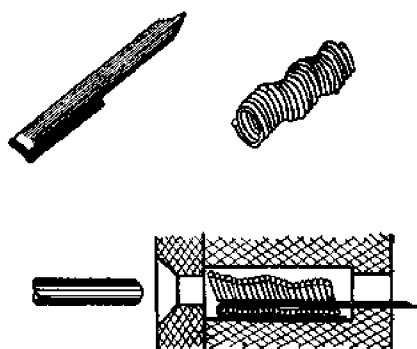


图2 四线簧插针

螺旋弹簧接触体

helical contact

它是这样构成的：在一根金属片上穿入一根螺旋弹簧构成的插孔，弹性部分是螺旋弹簧（如图所示）。这种接触体的优点是接触电阻小、寿命长、适用于小型化场合。



螺旋弹簧接触体

缩口式插孔

closed-entry contact

系指对孔口采取一定的保护措施，从而能防止尺寸过大的插针进入的插孔。常见形式有两种：1）靠绝缘体开孔控制插针尺寸；2）靠添加在插孔口上的一个金属环来控制插针尺寸。

缩口式插孔除了能控制插针尺寸外，还能防止因插针斜插（或稍带弯曲）引起插针或插孔本身损坏。

直口式插孔

open-entry contact

系指孔口无保护措施，因而易被尺寸过大的插针插入的插孔。这种插孔容易因使用不慎而损坏。见“缩口式插孔”。

可装卸接触体

insertable-removable contact

系指可以比较方便地装进绝缘体或从绝缘体中取出的接触体。这种接触体一般靠弹簧爪固定于绝缘体，装卸时须用简单的装卸工具。

这种接触体的优点是可以单独插拔，从

而维修方便，接线容易。

按照其装卸方式可分前松开后拔出和后松开后拔出两种。前松开后拔出的意思是用装卸工具从连接器配合面伸入，接触体从后端拔出。后松开后拔出的意思是用插拔工具在连接器后端松开和拔出接触体。前一种方式的优点是维修时容易在正面找到需拔出的接触体，缺点是插针易弯曲；后一种方式的优缺点正好同前一种相反。

绝缘体

insert; insulator

绝缘体又称“绝缘座”或“安装塞”。它是连接器（接插件）中用来夹持接触体的绝缘构件。它除了能使同一插头或插座上的接触体互相绝缘外，还能使接触体同外壳互相绝缘。

低频连接器中绝缘体按结构形式可分为“单块绝缘体”和“多块绝缘体”两种。按材料特性又可分为弹性绝缘体、硬性绝缘体、半硬绝缘体以及单块不同硬度绝缘体。常用的弹性材料是氯丁橡胶、硅橡胶等；硬性材料是邻苯二甲酸二丙烯酯、环氧、酚醛塑料、玻璃、陶瓷等；半硬材料有尼龙、聚芳矾、聚碳酸脂等。多路连接器绝缘体上的接触体安装孔是以一定的格式分布排列的。有些硬性绝缘体的安装孔还带有一个能对接触体起保护作用的孔口。这种绝缘体常称做“缩口绝缘体”。

高频连接器中，绝缘体一般都是管形的。有些场合，为了改善某些性能指标，也采用一些较特殊的形式（如星形绝缘体）。高频连接器绝缘体常采用交联聚苯乙烯、高密度聚乙烯、交联聚乙烯、聚烯烃、聚四氟乙烯等材料。

单块绝缘体

one-piece insulator

由一块材料构成的绝缘体称为单块绝缘体。

多块绝缘体

multi-piece insulator

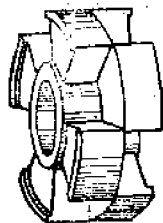
由多块材料构成的绝缘体称为多块绝缘体。

星形绝缘体

star-shaped support

精密连接器所用绝缘体有多种形式, 星形绝缘体是其中之一。这种结构能降低给定的绝缘材料的有效介电常数, 而且能把材料用量减到最少, 并且能补偿其附近的场畸变。

结构如图所示, 即在圆片形支撑上做出凹槽和扇形切口。可将这种圆片形支撑做成两片, 使其相互错开一个角度后迭合, 从而把切口挡住。



星形绝缘体

外壳

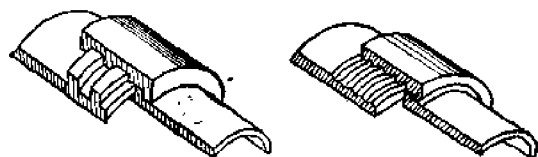
shell

插头或插座的壳体叫外壳。外壳对绝缘体起机械夹持和保护作用, 因而对接触体也间接地起固定和保护作用。外壳上一般具有定位、导向、锁紧结构。有时外壳还起到密封、导电、屏蔽等作用。外壳常用材料是铜、铝合金、钢或塑料等。外壳镀层可根据用途选择, 常用的镀敷材料有银、镉、金、镍等。

螺纹锁紧

screw-threaded coupling

这是插头与插座的一种锁紧方式。它的结构如图所示。其优点是工作可靠, 其缺点是连接速度慢。



(a) 方螺纹

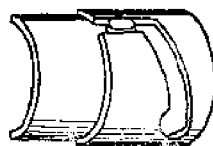
(b) 标准螺纹

螺纹锁紧

卡口锁紧

bayonet coupling

它是插头与插座的一种快速锁紧方式。它是由两个或多个销钉在螺旋的弧形槽中滑动, 并靠弹性压力, 使插头和插座锁紧的。卡口式又可分内卡口和外卡口两种, 销钉安装在卡帽上的称内卡口, 反之称外卡口 (如图所示)。



卡口锁紧

箱扣式锁紧

bail-latch coupling

它是采用箱扣装置来锁紧插头与插座的一种锁紧方式。其优点是可靠性高。

中心螺钉式锁紧

center-screw engagement coupling

靠连接器 (接插件) 中心的一根螺钉来锁紧的锁紧方式称为中心螺钉式锁紧。

推入式锁紧

push-pull coupling

它是靠弹性滚珠或自身摩擦力来使连接器 (接插件) 两半快速锁紧的一种锁紧方式。其优点是连接和脱开速度快而且方便, 常用在不便于操作的场合。其缺点是工作可靠性低。

法兰锁紧

flange coupling

系指用螺钉把连接器外壳上的法兰盘连接起来使插头和插座锁紧的方式。其优点是可靠性高, 但装拆 (使用) 不便。

拉线 (杆) 分离

lanyard release

它是分离-脱落式连接器的一种分离方式。它是靠导线自身的动力或其它外力牵动拉线 (杆) 使连接器实现分离的。

爆炸分离

explosive release

它是分离-脱落式连接器的一种分离方式。它是靠一种爆炸力使连接器实现分离的。

截断分离

shear release

分离-脱落式连接器的截断分离有两种方法：1) 在插头和插座的接插装置上插上销钉，在导弹的拉力或爆炸力作用下，销钉被拉断，连接器就分离；2) 在导弹的拉力或爆炸力作用下将连接器针孔或外壳的紧固螺钉拉断，使连接器分离。这种方法适用于小型连接器。

拨开分离

pull-off release

它是分离-脱落式连接器的拨开分离方式，其原理类似于截断分离。它是利用导弹运动力来实现分离的。常采用弹性滑入锁紧装置。

刀切分离

guillotine release

它是分离-脱落式连接器的刀切分离方式。它是靠一片经阳极化处理的硬质铝刀将电缆切断而实现分离的。铝刀由炸药的爆炸力来推动。

气动分离

pneumatic release

它是分离-脱落式连接器的这种分离方式，是用压缩空气或压缩氮气的压力使连接器实现分离的。气体是通过电磁阀从气缸内泄放出来的。

熔线分离

fusible wire release

它是分离-脱落式连接器的熔线分离方式。它是用一根不锈钢丝或双金属线，把一个套筒夹头或预先压紧的扳机装置，卡在一定的位罝上，通电时导线发热被烧断，从而使夹头或扳机装置返回原位而实现分离的。

电磁分离

solenoid release

它是分离-脱落式连接器的一种分离方式。它是在电磁螺管通电时产生电磁吸力使连接器实现分离的。

热分离

thermal release

它是分离-脱落式连接器的一种分离方式。它是用火箭排气的余热使连接器中的热敏零件动作来实现分离的。

锯齿环

crown

它是精密同轴连接器连接结构中的一个重要零件。精密同轴连接器一般采用中性连接，连接器两半都装有锯齿环。配装后，环上锯齿啮合，可防止连接器在锁紧过程中相对旋转。锯齿环的作用是可使连接稳定，可对连接器加强屏蔽而减少能量漏泄。



锯齿环

防潮套

boot

系指由弹性材料做成的用来防止潮气进入连接器的保护罩。

灌封套

boot

系指加在连接器尾部接线端和在灌封时起成形作用的套子。

线夹

cable clamp

它又称电缆夹。线夹配置在连接器末端，用来固定导线，并对接线端起保护作用。

电缆夹

cable clamp

即“线夹”。

尾罩

hood

尾罩固定在连接器尾部, 对接线起保护作用。线夹通常是尾罩的一个部分。

线夹转接器

cable clamp adapter

线夹转接器固定在插头或插座尾部, 用来安装线夹。

密封件

seal

系指在连接器中起密封作用的零件。制作密封件常用的材料有橡胶、塑料、玻璃或陶瓷等绝缘材料。

定位装置

polarizing means

定位装置是保证插头和插座只在一定的相对位置才能插接的一种装置。用于防止插针和插孔错插接。定位装置主要有针式和壳体键槽式两种。

导向装置

guide means

它是保证插头顺着正确的插接方向插入插座的一种装置。它可防止接触对的不当插接以避免接触损伤。导向装置一般为柱销式; 另有不少连接器是利用其自身的壳体作导向装置的。

中心距

spacing; centerline spacing; center-to-center; centers

系指一接触体与另一邻近接触体之间以中心线计算的距离。在多路连接器中, 接触体往往以一定格式分布排列, 各中心距一般都相同。中心距是衡量连接器小型化的一个指标。中心距越小, 小型化程度就越高。

接触体密度

contact density

系指在一定面积内接触体的数目。它是衡量连接器小型化的一个指标。

分界面

interface

插头和插座互相配合时相交的面称为分界面。

防碰擦

scoop-proof

它是连接器的一种结构特点。具有防碰擦结构的连接器, 接触体深缩在壳体内, 当插接时不慎使插头擦过插座口缘时, 不会触损接触体。

屏蔽

shielding

屏蔽是防止电路相互干扰的一种措施。连接器屏蔽的目的主要是: 1) 避免外界电磁场干扰内部电路; 2) 消除内部各电路间的相互干扰; 3) 防止内部电路向外发射电磁场。

密封

sealing

它是连接器中防止外界环境对接触对产生影响的一种措施。密封主要有弹性橡胶密封和玻璃(陶瓷)密封两种。前者多用于三防连接器, 后者多用于密封连接器。

电压驻波比

voltage standing wave ratio

电压驻波比简称驻波系数。它是衡量由于阻抗不均匀而产生的反射大小的量度。设入射电压为 U_{λ} , 反射电压 U_{π} 。

$$\text{反射系数 } P = \frac{U_{\pi}}{U_{\lambda}}, \text{ 则电压驻波比} \\ = \frac{1 + |P|}{1 - |P|}。$$

当无反射时电压驻波比为1; 当有反射时则电压驻波比大于1。

射频漏泄

radio-frequency leakage

它是指连接器(接插件)向外漏泄信号, 其大小反映了屏蔽效率的高低。它常用表面转换阻抗加以表示。它的测量是用“三重同

轴”装置进行的。计算式为 $Z_T = Z_0 \frac{U_2}{U_1}$ 。

式中 Z_T ——表面转换阻抗;

Z_0 ——特性阻抗;

U_1 ——内线输入电压;

U_2 ——外线测出电压。

因此, Z_T 越大则射频漏泄越大, 屏蔽效率越低。

功率容量

power capacity

连接器在保证正常工作的情况下所能承受的最大功率称为功率容量。

绝缘电阻

insulation resistance

系指连接器(接插件)中接触对和接触对之间以及接触对和外壳之间测得的最小电阻值。绝缘电阻主要由介质的绝缘能力决定。一般以兆欧作表示单位。

接触电阻

contact resistance

它是接触体在一定条件下接触并通过电流时呈现的电阻。一般提到的接触电阻并非真正的接触电阻, 它里面包含有其它电阻值, 如收缩电阻、体电阻、压接或焊接头电阻、引线电阻等。接触电阻常以毫欧作表示单位。

抗电强度

dielectric withstanding voltage

系指连接器在保证正常工作的情况下所能承受的最大电压。若超过此电压, 则可能被击穿或跳火。

插入损耗

insertion loss

线路中由于加入了连接器后, 会引起附加的衰减。此衰减称为插入损耗或插入衰减(分贝)。

抗弧性

arc resistance

当在位于绝缘材料表面的两个电极之间加高压而产生小电流的火花时, 绝缘表面阻止电流形成通路的一种能力称为抗弧性。抗弧性用(秒)表示。

重复性

repeatability

重复性是连接器(主要是精密同轴连接器)的一个很重要的特性。连接器拔开后重新接插时不一定仍保持在原来位置, 多次插拔, 位置不断变化, 这样测得的电气参数所能保持的一致程度, 称为重复性。

电缆夹持力

cable retaining force

系指将接上的电缆与连接器断开所需的力。

锁紧力

coupling mechanism force

系指使连接器两半锁紧或脱开的轴向力(或旋转力矩)。

接触体夹持力

contact retaining force

它又称定位负荷。它表示当接触体安装在绝缘体内所能承受的最大轴向负荷。

接触对插拔力

contact engaging and separating force

接触对插合或拔开时所需的力称为接触对插拔力。一般希望它小些; 这个力大了, 则说明多路连接器的总插拔力就大, 插拔难而且磨损大。

总插拔力

engaging or separating force

系指使一对插头和插座完全插合或拔开所需的力, 一般不包括锁紧力在内。

插拔寿命

connect/disconnect life

系指连接器性能保持在规定范围内可重复插拔的次数。

漏气速率

leakage rate

在一定条件下, 气体漏过连接器密封层的速率称为漏气速率。

偏心率

eccentricity

同轴连接器中, 内外导体中心偏离的程度称偏心率。它是一个不可忽视的因素, 因为它不仅对同轴线的特性阻抗有影响, 而且会由于连接器对接时轴线不重合而产生反射。

接触对温升

temperature rise of contacts

在额定功率容量和一定环境条件下, 接触对温度和外界温度的差值。

互换性

interchangeability

不同工厂制造的同类型连接器可互换装配使用, 并能符合原性能规范的特性称为互换性。互换性要通过标准化实现。

焊接

soldering

它是导线与接触体的端接方法之一。在这类连接器中, 接触体备焊尾部可以是焊钩、焊孔, 也可以是杯形的腔体 (里面预先沾好锡, 便于施焊)。焊接法现在仍普遍使用。它的缺点是用手工焊 (一般用电烙铁) 容易产生虚焊, 不容易检查, 所以可靠性较低; 在焊接时还容易烫伤附近零件。

焊接法可同绕接法结合使用。其优点是

接线部可多次使用; 和绕接法结合使用时可大大提高可靠性。

压接

crimping

压接是导线与接触体的端接方法之一。它是将剥去绝缘的导线头插入接触体后部准备压接用的腔体内, 用专门的工具施压使腔体变形来实现端接的。压接的优点是接头可靠、环境性能也较好。

无焊绕接

solderless wire-wrapping

这种接线方法是使用机械工具将实芯导线缠绕在带棱的接线柱上的。它的优点是能获得气密的接触。绕接机有人工的, 也有半自动和自动的。

压接工具

crimping tool

它是用来进行压接的工具。见“压接”。

插入工具

insertion tool

它是用来插入可装卸接触体的工具。见“可装卸接触体”。

取卸工具

extraction tool

它是用来取出可装卸接触体的工具。见“可装卸接触体”。

绕接工具

wrapping tool

它是用来进行绕接的工具。见“绕接”。

二、开 关

开关

switch

它是电子设备中用以接通、断开和转换电路的机电元件。

电子设备用的传统的机电开关一般由动触点、定触点、传动定位机构（如旋转式开关的跳步机构）以及装置部件等组成。

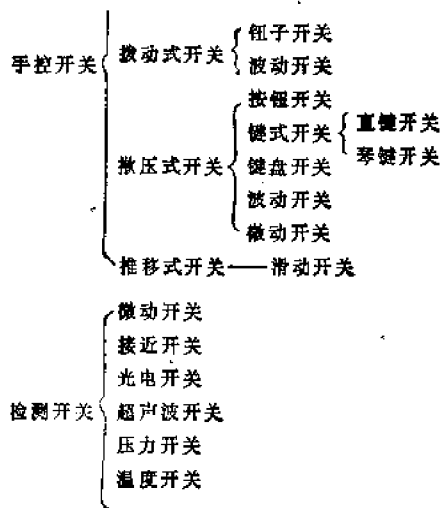
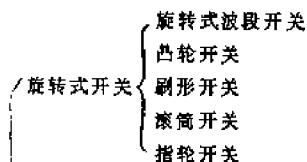
对开关的主要性能要求是：接触良好、换位清晰、转换力矩适当、定位准确可靠、绝缘良好、使用寿命长。对某些应用场合还要求具备特殊环境适应能力。

开关的分类，按驱动方式可概分为手控和检测两个大类（详见附表）；按应用区分，则有波段开关、电源开关、控制开关、转换开关、断路开关、行程开关、终点开关、门开关等等；按有无触点区分，则有机电开关与固体开关之分。

目前在各类手控开关中采用固体开关技术的有键盘开关、微动开关以及指轮开关等。而在键盘开关中已采用的固体技术有电容耦合、霍尔效应半导体、磁敏变阻器、铁氧体磁芯等型式。

为适应电子系统的微型化，各类手控开关在本身减小尺寸的同时，还出现了“面向系统”的设计，即在开关外壳里提供安装底盘以收容部分微型元部件。这种开关实际上本身就是一个完整的电路封装件，这样既节省了占空，又简化了随后的装配。

开关的分类如下：



旋转式开关

rotary switch

用转轴带动带有动触点的绝缘基片旋转，使动触点与定触点接通、断开和换位的开关，称为旋转式开关。

旋转式波段开关

rotary band switch(low current rating)

旋转式波段开关主要用于电子设备中切换高频低电流负荷（一般在 0.5 安以下）的电路。

旋转式波段开关的接触形式大多采用切入式触点。其定触片和动触片分别装在每层开关片的绝缘基片上，动触片绝缘基片装在转轴上，定触片绝缘基片装在框架上，通常用旋钮来转动转轴，使动触片依次与定触片接通或断开，以进行电路换接。

旋转式波段开关可组装成不同的层数，并常按位数和刀数（即动触片数）组成不同规格，以满足不同数目电路的换接需要。

旋转式波段开关的结构类型很多，跳步机构有片簧式、拉簧式、滚珠式和滚轮式等；

开关片有敞开式、封闭式等；安装方式还有半密封式结构；绝缘基片有纸胶板、塑料、陶瓷等几种；接触形式还有滑动式（压接式）结构。

凸轮开关

cam switch

它是旋转式开关的一种。它的换位也是由跳步机构控制的。它的特点是动、定触点组的接通与断开是用凸轮来控制的。通常是一个凸轮与一组动、定触点组成一个凸轮单元，并沿开关轴向层叠组装若干个凸轮单元，用于换接多个电路。

根据凸轮开关不同的类型，凸轮有只起推动触点接通与断开作用的绝缘凸轮，也有起接通与断路作用的接触轮。

凸轮开关的位数，有2、3或4位的，也有20、30位的，还有通转的（360°通转）。

刷形开关

laminated brush switch

它是旋转开关的一种，其主要特点是用刷形簧片作为动触点，一般由胶木底座、接触环、接触点、刷形簧片及滑动臂构成。它是通过转轴带动滑臂上的刷形簧片同各定触点滑动接触来换接电路的。

滚筒开关

drum switch

它亦称鼓形开关。它主要是用于高频回路转换的开关。由于高频回路性能的要求，常把用以转换回路的电感线圈等元件直接装在开关上，以减少引线长所带来的分布参数影响。

滚筒开关是由多组带有触点的绝缘座板与其它构件组装成滚筒形（有的是圆形，有的是多角形），中间贯穿一转动轴及跳步机构，形成开关的转动部分，它们的触点露在圆周外面，回路元件装在触点绝缘座板的后面，而在滚筒内部。开关每转动一位，滚筒上的一组（排）触点与座架上固定的触片相

接，遂实现了电路的换接。

指轮开关

thumbwheel switch

它又称边（缘）控（制）旋转开关。指轮开关系因其换接电路是靠手指拨动带有动触点的轮盘而得名。它与传统的旋转开关的主要不同点在于指轮开关的转轴是与面板平行地安装的。

指轮开关主要有两个部件，一个是指轮和转轴组件，另一个是印制线路卡片。指轮上的接触簧片和印制线路卡片上的金属化接触区，即是开关的动、定触点。

指轮开关大都是积木化的，即是可以把若干个单元开关叠装成紧凑的组合开关。

指轮开关通常旋转360°，可由跳步簧片控制停留在任一位置上。指轮周缘有数字标志（常见的10位开关，其数字标志为0、1、……9），可以视读。

指轮开关内置编码组件，可把指轮上的数位直接变换成二进制输出编码。采用这种二进制编码输出的指轮开关作为计算机等系统的输入器件，就无需另在系统中进行编码变换了。

指轮开关还有某些派生型式，主要是改变其驱动方式，如按钮边控旋转开关、快速调置钮子边控旋转开关等。按钮边控旋转开关有单向的（在转轮下边有一个按钮，单向旋转），也有双向的（转轮上、下各有一个按钮，可双向旋转）。快速调置钮子边控开关，系由一杠杆式扭柄来驱动开关内部传动齿轮，将钮子拨动90°就可使转轮旋转一圈（360°）。

边控旋转开关

edge control rotary switch

即“指轮开关”。

钮子开关

toggle switch

钮子开关主要用于交直流电源电路的通

断控制,但一般也能用于几千赫或高达1兆赫的电路中。

钮子开关的动定触点及转换机构装在绝缘壳体内,其上部是螺管和钮柄。当拨动钮柄时,钮柄借助弹簧的作用,推动其动触点与定触点进行快速接通与断开,从而实现了电路的换接。

钮子开关由螺管和螺母安装在机架面板上,露出钮柄,以便操作。

钮子开关动触点的配置分单刀、双刀、三刀、四刀等。钮子开关操作位置有二位和三位两种。三位开关又可有某一边位置不定位等。同时,其连接电路种类也较多。

钮子开关的钮柄种类繁多,如金属圆锥钮柄、塑料圆锥钮柄、荧光钮柄、塑套钮柄、球形钮柄、扁杆钮柄、锁杆钮柄、波形钮柄、桨式钮柄等。锁杆式钮柄适用于有危险的操作场合。还有“提拔解锁”式钮柄,其上加有弹簧、螺管口端有铣槽。操作人员须先把钮柄提起,而后推向另一位置,以保证安全工作。

波动开关

rocker switch,seesaw switch

波动开关是钮子开关的一种。其钮柄呈元宝形,因而可像按钮开关那样撒按操控。由于钮柄动作似波浪,所以称为波动开关。

按钮开关

pushbutton switch

按钮开关是由按钮、传动机构和动、定触点组成。它是通过按钮推动传动机构,使动触点与定触点接通或断开来完成电路换接的。它的工作方式大致有以下三种:1)按下工作,松开复位的;2)按下自锁工作,再按脱锁复位的;3)按下一次,换接一次的等。

按钮开关的触点系统有圆环式、杠杆式、滑动式等,而动作机构有片簧式、单珠、双珠压簧式等。

按钮开关一般有单刀、双刀、接通、按

断、通断等,还有快速动作和无声动作的。按钮开关也有组合式的。

照明指示按钮开关

lighted pushbutton switch

照明指示按钮开关具有开关作用功能,并且能进行通断的发光指示,可起到用颜色以及符号、文字显示的面板指示器作用。这种开关的按钮,是由透明的塑料制成,内装小型指示灯泡照明,并可采用适当的滤色片取得不同的颜色。指示按钮开关采用的主要三种照明是:小型指示灯泡(白炽小电珠);氖灯;发光二极管。

滑动开关

slide switch

滑动开关又称拨动开关。它主要供要求占空小、操作轻快的小型电子仪器设备及收音机中换接电路和波段之用。

滑动开关的定触片安装在绝缘座上,动触片安装在钮柄上。常用的双珠压簧式跳步机构的滑动开关,当手指推动钮柄时,钢珠在压簧的作用下,从一个定位槽进入另一个定位槽中,这样便使安装在钮柄上的动触片从一个定触片换接到另一个定触片上。

滑动开关的跳步机构有心形式、双珠压簧式、单珠压簧式。接触形式有切入式、滑动式、对接式。

滑动开关的刀数有二刀、三刀、四刀和六刀等,其位数一般有二位和三位等。由于刀数、位数较少,因而只适用于简单电路中。

键式开关

key switch

键式开关是由若干档单键开关组成的开关组,形同琴键,故称键式开关。

键式开关每档由按钮部分(按键)、传动机构和接触部分组成,并通过安装键架、以及联动机构组成键式开关。键式开关一般是多档单排的,也可做成单档的、或多档双排、多档多排等。

键式开关各档的按钮可以有各种颜色的,形状可以做成方形、矩形、圆形等。按钮部分也有带照明指示及显示符号、文字的。一般要求外形美观。

接触部分一般采用滑动式触点组,也有簧片式等其它形式,滑动式触点组每档有2、4、6、8等不同刀数的转换触点组,供转换低电流电路用。有的键式开关带有电源开关档,专供电源通断用。

键式开关常见的有直键开关和琴键开关。直键开关按键动作方向与传动方向一致,而琴键开关按键的动作方向与传动方向不一致,一般相差 90° 。

键式开关根据锁定与复位的不同,有无锁、自锁自复位、互锁互复位、自锁共复位、互锁共复位等五种,还有带限位机构的开关。

直键开关

uni-directional push-button switch

见“键式开关”。

琴键开关

piano-key switch

见“键式开关”。

键盘开关

key-board switch

键盘开关主要用于电子计算机的键盘打字机以及公式电子计算机的输入字符信息的控制部分,也可用于采用类似技术的其它设备控制部分。

键盘开关大都是由带有各种字符的按键的开关单元组成的键。

键盘开关有舌簧式、簧片式、弹性隔膜式、导电橡皮式以及电容耦合式、霍尔效应式、磁敏电阻式和光电效应式等等。前四种为有触点开关,后四种为无触点开关。键盘开关有采用外部编码电路的,也有自编码输出的。

微动开关

micro switch

微动开关是一种施压促动的快速开关,又叫灵敏开关。其工作原理是外机械力通过传动元件(按销、按钮、杠杆、滚轮等)将力作用于动作簧片上,并将能量积聚到临界点后,产生瞬时动作,使动作簧片末端的动触点与定触点快速接通或断开。当传动元件上的作用力移去后,动作簧片产生反向动作力,当传动元件反向行程达到簧片的动作临界点后,瞬时完成反向动作。微动开关的触点间距小、动作行程短、按动力小、通断迅速。其动触点的动作速度与传动元件动作速度无关。

微动开关以按销式为基本型,可派生按钮短行程式、按钮大行程式、按钮特大行程式、滚轮按钮式、簧片滚轮式、杠杆滚轮式、短动臂式、长动臂式等等。

微动开关在电子设备及其他设备中用于需频繁换接电路的自动控制及安全保护等装置中。

快动开关

snap-action switch

即“微动开关”。

灵敏开关

sensitive switch

即“微动开关”。

接近开关

proximity switch

接近开关是工业自动化控制系统实现检测、控制与输出环节全盘无触点化而发展起来的开关器件。在工业系统中可作为行程、限位、计数以及逻辑控制系统动作频繁及高速操作使用。其特点是:工作可靠、反映速度快、无动作压力、寿命长、无磨损及开关噪声。

接近开关工作原理可以分为五种类型:高频振荡型;感应电桥型(包括差动变压器型);电容型;光电型;超声波型。

上述开关一般的性能是:1)动作距离,高频振荡型一般为2~20毫米,最大可达

500 毫米;光电型和超声波型一般可以从几毫米到几米,超声波型最大可达到 6 米,光电型可达 300 米。2) 应答频率:一般每秒可达 1000 次以上。3) 重复精度:一般为 0.1~0.01 毫米。4) 通断容量:负载是断电器,其断流容量可由断电器决定,一般逻辑控制系统用的接近开关的通断容量可为 10~100 毫安以上。

1. 高频振荡型接近开关。它是利用高频的停振、振幅和振荡频率的变化等来检测目标的。它备有振荡回路、装有振荡线圈的塑料检测头、放大回路变压器以及控制继电器等。当被测金属目标进入接近振荡线圈磁场时,由于感应而在金属内部产生涡流或磁滞等损耗,使振荡减幅以至停振。这些变化馈至以后各级回路,对无触点继电器或电子回路提供电信号或接至可控硅,最后实现开关动作(见图 1)。

2. 感应电桥型接近开关。它分为两种:一种是由四个线圈和一组桥式整流器组成的平衡电桥。当磁性金属目标接近任一线圈时,电桥平衡即被破坏,产生输出电压,经放大推动开关通断。另一种是靠差动变压器的次级线圈在磁性金属目标接近时产生的不平衡电压来推动。

3. 电容型接近开关。它是利用振荡回路的一部分作为电极,当被测物接近或接触电极时使电容量发生变化,从而迫使振荡减幅或变频,经检测放大而推动开关动作的。

4. 光电型接近开关。它主要由投光器(光源)与受光器(光电元件)组成,两者相隔一定距离。它是当被测物进入其内空间时,因遮光使光通量发生变化来检测物体的。光电元件一般采用硫化镉、硅太阳电池和光电晶体管等。

5. 超声波型接近开关。其结构类似光电型,所不同的是以超声波代替光线。发送元件与接收元件均用钛酸钡制成高效换能器

振动子。当两者之间放入被测物体时,超声波束就不能为接收元件接收,并通过解调和直流放大回路,控制继电器动作(释放),以进行检测(见图 2)。

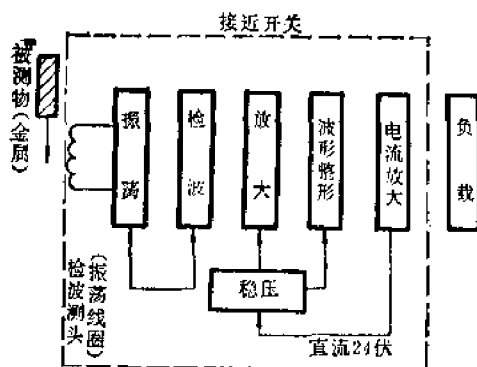


图 1 高频振荡型接近开关方框图
(停振型, 直流24伏)

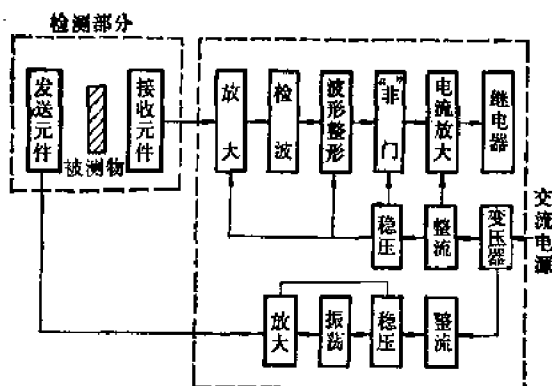


图 2 超声波接近开关方框图

波段开关

band switch

它是在电子设备中作为波段转换用的开关。

电源开关

power switch

它是用于控制电源电路通断的开关。

控制开关

control switch

它是安置在电子设备的操纵台上,用以控制程序和信号的开关。

转换开关

change-over switch

它是用于与两路或多路电路换接的开关。

断路开关

disconnecting switch

系指只起接通或断开电路作用的开关。

终点开关

limit switch

它又称极限开关。它是用于某一运动机构达到正常行程终点时才驱动的开关。

门开关

door interlock switch

它又称门锁开关。系指在危险区门上(或其它地方)的联锁安全保护开关。当门打开时,门开关就将电源切断。

电接触

electric contact

两个导体互相接触时所实现的电路连接叫电接触。电接触可分点接触、线接触和面接触三种;另按接触方法区分,则有平压接触、滑动接触和滚动接触等。

触点

contact

开关中用以实现通、断或转换电路的接触点称为触点。在大型开关中一般称触点为触头。

动触点

movable contact

开关在实现电接触时运动的触点称动触点。

静触点

stationary contact

开关在实现电接触时固定不动的触点称静触点。

动片

movable spring

开关的动触点采用片状的簧片称动片。

定片

stationary spring

开关的定触点采用片状的簧片称定片。

接触簧片

contact spring

若开关动、定触点采用簧片式的,则称此簧片为接触簧片。

接帚

wiper

若动触点采用扫帚状层叠式的组件,则称其为接帚。

刀

pole

它又称极。开关的动片叫刀。这是从闸刀开关的动片如刀形,它进入定片时叫“切入”而来的。

开关的刀数就是同时能接通或断开的电路数。刀数又称极数。

极

pole

即“刀”。

位

position

开关的位数系指开关动作时,动片能接通或转换的电路数。

通断式开关只能是一位。转换式开关至少是二位。

掷

throw

即“位”。

跳步机构

indexing mechanism

使开关的动触点换位和定位的机构,称为跳步机构。

三、继 电 器

继电器

relay

继电器是一种自动断续的控制器件。当其输入参量（如电、磁、光、热、声等）达到某一定值时，便能使输出参量发生跳跃式的变化，从而实现控制、保护、调节和传递信息等目的。

继电器是自动控制系统、遥控遥测系统和通信系统的重要元件之一。它的品种繁多，应用很广。近年来，随着科学技术的发展，继电器在可靠性、体积和耐恶劣环境等方面的性能也有了很大提高，不仅原有的继电器在结构和性能上有了重大改进，而且还出现了能满足特殊要求的固体继电器、混合式继电器以及其它的新原理继电器。

继电器是可以从多种角度来分类的。例如，可按作用原理、结构形式、特征区分，以及外型尺寸和封装形式等方面分类。

电磁继电器

electromagnetic relay

电磁继电器主要由电磁系统、接触系统及传动机构等组成。

当控制电路（电磁铁的线圈）中通过电流时，电磁铁即产生吸力，吸动衔铁，传动到接触系统，使触点动作，接通、断开或换接被控电路。

电磁继电器一般可分为极化继电器和非极化继电器。

极化继电器

polarized relay; polar relay

系指由极化磁场与控制电流通过控制线圈所产生的磁场的综合作用而动作的继电器。其极化磁场一般由磁钢或通直流的极化

线圈产生；继电器衔铁的吸动方向取决于控制绕组中流过的电流方向。它具有灵敏度高和动作速度快的突出优点。在自动装置、遥控遥测装置和通信设备中可作为脉冲发生、直流与交流转换、求和、微分和信号放大等等线路的元件。极化继电器按衔铁位置不同，一般可分为二位极化继电器、三位极化继电器和二位偏倚极化继电器。

二位极化继电器

bistable polarized relay

这种继电器在通电时，衔铁（或动簧片）按线圈电流的方向吸向左面或右面的位置。断电后，衔铁（或动簧片）仍处在断电前的位置。

三位极化继电器

three-position polarized relay; center-off polarized relay

这种继电器在通电时，衔铁（或动簧片）按线圈电流方向吸向左面或右面的位置。断电后，衔铁（或动簧片）总是处在中间位置。

二位偏倚极化继电器

monostable polarized relay

这种继电器线圈断电时，衔铁（或动簧片）恒靠在一面（左面或右面），而在通电时则吸向另一面。

非极化继电器

non-polarized relay; neutral relay

系指继电器的动作与通过线圈的电流方向无关的电磁继电器。通常所说的电磁继电器，即指非极化继电器。

平衡力继电器

balanced force relay

系指在释放状态时，磁路中的永久磁铁对衔铁的保持力，与继电器吸合状态时磁铁

极面对衔铁的电磁吸力大致相等的继电器。

该结构使衔铁在吸合和释放位置都有较大的保持力,因此抗振、抗冲击的性能较好。

时间继电器

time relay

系指当加上或去除输入信号时,输出部分需延时或限时到规定时间才闭合或断开被控电路的继电器。它一般分为:1)电磁式延时继电器;2)电动式时间继电器;3)热延时继电器;4)混合式延时继电器;5)固体时间继电器。它通常用于各种机械、电信或电器设备中作为自动控制系统的定时元件。

电磁式延时继电器

electromagnetic time delay relay

系指线圈加上信号后,通过减缓电磁铁的磁场变化或由电磁铁操纵延时机构而获得一定延时的继电器。按延时方式不同,它一般分为:

1)电磁阻尼延时继电器。它是在磁系统的铁芯上套阻尼环获得延时的。其特点是结构简单、工作可靠、调节方便、制造容易、寿命较长;但是精度和灵敏度较差、延时较短,并且只适用于直流输入。2)机械延时继电器。它是通过钟表机构或空气阻尼器、油阻尼器等获得延时的。其特点是延时较长、精度较高、延时范围可调,适于交、直流输入;但结构较复杂。

电动机式时间继电器

motor-driven time relay

一般指由同步电动机与特殊的电磁传动机构来产生延时的继电器。它主要由同步电动机、离合器、齿轮装置及延时触点组等组成。当控制信号输入电磁铁绕组时,离合器闭合,同步电动机带动齿轮装置,旋转到一定位置,推动相应触点,使之启闭,从而完成延时作用。它适用于各种机械、电信或电气设备中作为自动控制系统的定时元件。

热延时继电器

thermal time delay relay

见“电热继电器”。

混合式延时继电器

hybrid time delay relay

一般指由半导体延时电路和电磁继电器组合构成的继电器。与机械延时、热延时继电器相比,它具有延时范围广、精度高和容易获得任意延时等优点。

固体时间继电器

solid state time relay

系指由固体延时线路构成的继电器。它的主要优点是延时范围广、精度高、可调性好。适用于各种小型化程度要求较高和对可靠性要求较严的自动控制装置及其它电信、电气设备,以实现延时控制之用。

热继电器

thermal relay

系指利用热效应而动作的继电器。一般分为温度继电器和电热继电器。

温度继电器

temperature relay

系指当外界温度达到一定值时而动作的继电器。其敏感元件有:1)易熔合金;2)导热系数可变的物体;3)可汽化或可膨胀的液体;4)电阻可变的物体;5)线膨胀系数较大的物体;6)双金属片等。

电热继电器

electrothermal relay

它是利用控制电路内的电能转变成热能,并达到某一定值时而动作的继电器。一般可作为过载保护或短路保护的电流继电器、以电流为函数的启动继电器、热延时继电器等。

双金属继电器

bimetal relay

它是利用双金属片在温度改变时产生变形而动作的继电器。一般可作为温度继电器

或热延时继电器。其双金属片通常由两层热膨胀系数不同的合金叠合而成。其中,膨胀系数较大的称为主动层;膨胀系数较小的称为被动层。主动层的材料主要有锰镍铜合金、镍铬铁合金、镍锰铁合金和镍等等;被动层的材料主要是镍铁合金,镍含量为34~50%。

磁电式继电器

magneto-electric relay

它是利用永久磁铁(通常是固定的)磁场与载流线圈(通常是可动的)相互作用而动作的继电器。该结构一般具有极高的灵敏度,可直接用于光电、压电、热电偶和感应式等传感器中。

电动式继电器

electrodynamic type relay

它是利用一可动线圈中的电流与另一固定线圈中的电流所产生的磁场相互作用而动作的继电器。

仪表继电器

instrument relay; meter relay

它是根据某些仪表工作原理(如电流计、电功率计等)设计成的继电器。通常是用动触点簧片代替仪表的指针或指示器。当输入参量达到一定值时,便与另一可调的静触点闭合。因该继电器的灵敏度、释放与吸合电流之比很高,故一般用于传感器中。

感应式继电器

induction type relay

它是利用交变磁场与可动导体中所感应的涡流间的相互作用而制成的电流、时间或功率继电器。

静电继电器

electrostatic relay

它是利用继电器的可动部分与固定部分间的静电感应作用而动作的继电器。

磁致伸缩继电器

magnetostrictive relay

它是利用具有磁致伸缩特性的材料(如镍、高镍合金和铁钴钒合金等)在磁场作用下发生变形而动作的继电器。

电致伸缩继电器

electrostrictive relay

它是利用具有电致伸缩特性的材料(如压电陶瓷等)在电场作用下发生变形而动作的继电器。

压电陶瓷继电器

piezoelectric ceramic relay

它属于电致伸缩继电器的一种。它是利用压电陶瓷片充电后产生变形,从而推动带有触点的簧片,使其动作的继电器。它用压电陶瓷片代替了电磁继电器中的磁路系统,因此有结构简单、耗电量小、内阻抗高和无感等优点。它可作为通信设备的控制元件。

振动继电器

vibrating relay

它是用交流或自断续电压使衔铁产生振动而连续闭合、断开触点的继电器。

谐振继电器

resonant reed relay; frequency sensitive relay

它是利用电路谐振或机械谐振的原理,使其能在一种或数种电源频率下动作的继电器。该继电器可作为无线电遥测、遥控及自动控制设备中的选频元件。

混合式继电器

hybrid relay

系指由电子元件和电磁继电器组合而成的继电器。一般,输入部分由电子线路组成,起延时、放大、整流等作用;输出部分则采用电磁继电器。混合式继电器不仅大大提高了继电器的灵敏度(从毫瓦级提高到微瓦级),使它可直接由标准的晶体管-晶体管逻辑或相似的逻辑电路控制,而且还保持了电磁继电器某些固有的特点(即高的输入与输出之间的隔离、低的接触电阻、承受大电流

和过负载的能力、易实现多组转换等)。目前,已将运算放大器或更多功能的电路组合进去,应用范围不断扩大。

静态继电器

static relay

它又称无触点继电器。系指无活动部分的继电器。如磁放大器继电器、电子管继电器、固体继电器等。

无触点继电器

contactless relay

即“静态继电器”。

固体继电器

solid state relay

固体继电器是一种能够象电磁继电器那样执行开闭电路功能且其输入和输出的绝缘程度与电磁继电器相当的全固体器件。根据输出端有无极性要求,可分为直流固体继电器和交流固体继电器。它最主要的优点是灵敏度高、动作快、寿命长。但是,难于实现多触点组,通断阻抗比也较小。目前,除了有大功率的交流固体继电器外,还有小型的交、直流固体继电器。固体继电器一般可采用分立元件、厚膜、薄膜和集成电路等组成,其输入和输出的耦合形式有光耦合、磁场耦合、无线电频率耦合、电场耦合、热耦合、压力耦合等,开闭电路的“触点”一般由晶体管、场效应晶体管(FET)、可控硅(SCR)和三端双向可控硅整流元件(Triac)等组成。有时,亦把由分立元件组成的固体继电器称作半导体继电器。

玻璃半导体继电器

semiconducting glasses relay

它是根据玻璃半导体的体效应而制成的继电器。它是以砷磷等为主要成分的玻璃半导体以及氧化物、硼化物的玻璃半导体经薄膜化(蒸发、溅射或热压延等)后,在薄膜两侧加上小的电极制成的。它的主要优点是结构简单、抗辐射能力强、功耗小。

光电继电器

photoelectric relay

系指利用光电效应而动作的继电器。它是由发光元件(如小型白炽灯、磷化镓二极管等)和光敏器件构成的。当加在发光元件上的信号达到某一定值时,光的作用使光敏器件的阻值发生急剧变化,从而起到闭合或开断电路的作用。

霍尔效应继电器

Hall effect relay

系指应用霍尔电势发送器构成的继电器。它是一个具有气隙及线圈的电磁铁,在气隙中置有霍尔效应半导体片。当电磁铁产生的磁场垂直于半导体片,而在片的二端通以电流时,则在与电流和磁场垂直的方向上产生电势差,并以此控制执行元件,开闭被控电路。该继电器可以组成复杂的保护元件。

射流继电器

fluidic relay

它是利用一定压力条件下的射流来执行多种传感、逻辑和控制功能的继电器。该继电器可以不用或采用较少数量的可动机械零件。

拍合式继电器

clapper type relay

系指衔铁围绕其支点旋转一个角度,以闭合磁路工作气隙的继电器。它的结构简单,可做成电压、电流、中间及时间继电器。

旋转式继电器

rotary relay

系指衔铁围绕其轴线作旋转运动,以闭合二个或多个磁路工作气隙的继电器。大多数采用平衡旋转衔铁。

平衡旋转式继电器

balanced rotary relay

它是衔铁围绕通过本身质量中心的轴线旋转,并且有与质心等距离的二个或多个平面的继电器。由于衔铁处在平衡状态之下,

因此抗振抗冲击的性能较好。目前, 航空、航天用的密封继电器大都采用此类结构。

螺管式继电器

solenoid relay

又称吸入式继电器。系指衔铁沿螺管式线圈轴线作直线运动的继电器。它的磁路型式可分为无装甲螺管和装甲螺管两种。其特点是结构紧凑, 衔铁行程较大。

吸入式继电器

plunger relay

即“螺管式继电器”。

旋转螺管式继电器

rotary solenoid relay

它是将吸入式衔铁的线性运动分量通过机械方式变换成旋转运动的继电器。它兼具螺管式和旋转式结构的优点。

线簧继电器

wire spring relay

系指接触簧片的几何形状为线状的继电器。它具有体积小、多触点和适于自动化生产等优点。

片簧排继电器

relay in which springs manufactured by “the comb technique”

系指接触簧片的几何形状为片状的继电器。因其同层簧片是成排冲制而成的, 因而它具有结构简单, 装配、维修方便, 适于制成多触点组, 容易实现自动化生产等特点。它在电话交换机中大量使用。

舌簧继电器

reed relay

它是利用密封在管内、具有接触簧片和衔铁磁路双重作用的舌簧的动作, 来闭合、开断电路的继电器。一般分为: 干簧继电器、水银湿式舌簧继电器和铁簧继电器。它与其他电磁式继电器相比, 具有小型、快速、灵敏、结构简单、适于自动化生产等优点, 因而在自动控制设备中获得广泛应用。

干簧继电器

dry reed relay

它是具有干式(非水银润湿)触点的舌簧继电器。其特点是吸合功率小、吸合和释放时间短($10^{-3} \sim 10^{-4}$ 秒)、寿命长, 但不能通过较大的负载电流。

铁簧继电器

ferreed relay

系指由舌簧管与一个或多个剩磁零件组成的舌簧继电器。当线圈加上“吸合”脉冲时, 舌簧管的触点闭合, 并由剩磁零件保持; 加上“释放”脉冲时, 触点断开。该结构响应速度快, 且不需电保持功率。它主要用于电子交换机中。剩磁零件一般是由铁氧体或高剩磁的铁钴钒合金族制成。目前, 已有舌簧片为半硬磁材料的铁簧继电器, 从而可以省去附加的剩磁零件。

水银湿式舌簧继电器

mercury wetted contact relay

指舌簧片和触点均密封在垂直放置的玻璃管内, 并通过管底水银槽中水银的毛细作用, 而使水银膜湿润触点的舌簧继电器。它不仅具有干簧继电器工作可靠、动作快、寿命长的优点, 而且切换容量较大(30伏、2安, 最大达5安), 无触点抖动(触点部分输出波形上升时间约为 10^{-8} 秒), 具有极低的噪声电平和更长的寿命($10^8 \sim 10^{10}$ 次)。但是受到安装位置的限制。因此, 目前正在发展任意位置的水银舌簧继电器。

汞润舌簧继电器

mercury wetted contact relay

即“水银湿式舌簧继电器”。

胶木笛簧继电器

ebonite reed relay

胶木笛簧继电器是我国特有的一种多触点舌簧继电器。胶木笛簧继电器采用胶木做笛簧片的框架, 装上用电工纯铁做的笛簧片, 然后放进胶木的线圈架中, 两端用环氧树脂

在纯氮气的环境中加以密封。胶木笛簧继电器做成五付动合接点或三付转换接点二种型式。五付动合接点的胶木笛簧继电器大量用来做成笛簧接线器，作为通话接续元件。三付转换接点的胶木笛簧继电器用于用户电路及控制电路。

水银螺管式继电器

mercury plunger relay

它是属螺管式继电器的一种特殊形式。它通过漂浮在水银存贮槽中的磁性插棒的升降，引起水银的涨落，以实现固定电极之间的接触，从而闭合或开断电路。一般用于切换大电流负载。

水银触点继电器

mercury contact relay

系指当继电器动作时，通过电磁驱动衔铁的作用，使置有触点和水银的密封罩倾斜，以实现触点之间通断的继电器。它具有工作可靠、寿命长和切换容量较大等优点，但有安装位置的要求。

扁平继电器

flat relay

继电器之磁路，包括铁芯及衔铁等，均由板材冲制的扁平体构成。衔铁沿铁芯长度方向平行放置，以增加有效磁通之数量，提高灵敏度。

连锁继电器

interlock relay

系指具有二个或多个衔铁、而每个衔铁又有与之相应的一个或多个触点簧片组的继电器。其中一个衔铁的位置可允许、阻止或引起其它衔铁的运动。它可分为：1)机械连锁继电器 (mechanical interlock relay)；2)电气连锁继电器 (electrical interlock relay)；3)组合连锁继电器 (combination interlock relay)。

真空继电器

vacuum relay

系指触点部分密封在高真空中的继电器。一般可供自动装置作快速开闭高压或大功率电路之用。

同轴继电器

coaxial relay

系指用于切换高频电路而具有最小损耗的继电器。它由金属腔体和继电器部分等组成。同轴继电器适用于切换同轴电缆馈送的负载，例如微波天线的转换等等。其特性阻抗必须尽可能与同轴电缆的特性阻抗相匹配。

膜片式继电器

diaphragm relay

系指采用金属膜片作为磁路部分可动的导磁零件又兼作动触点的一种继电器。

直流继电器

direct current relay

系指用直流电进行控制的继电器。其铁芯极面一般采用极靴，以改善吸力特性；为了提高释放电压（电流），通常在衔铁与铁芯极面之间加隔磁钉。

交流继电器

alternating current relay

它是用交流电进行控制的继电器。由于其磁路的导磁零件存在涡流和磁滞损耗，因此一般采用硅钢片制成；为了减小或消除衔铁颤动，通常在铁芯部分极面上加短路环。

灵敏继电器

sensitive relay

它一般是指吸合功率不大于 100 毫瓦的继电器。

高灵敏继电器

high sensitive relay

它一般是指吸合功率不大于 10 毫瓦的继电器。

脉冲继电器

impulse relay

它泛指：1) 在脉冲信号作用下吸合后，能自行保持的继电器（又称自保持继电器）；

2) 供传输或转发脉冲信号的继电器 (又称脉冲传输继电器)。

自保持继电器

latch-in relay; latching relay

它是无需维持线圈的通电状态而能使触点保持在最后工作位置的继电器。根据保持方式的不同, 一般可分为磁保持继电器和机械保持继电器。

磁保持继电器

magnetic latching relay

1. 系指利用永久磁铁或具有很高剩磁特性的铁芯, 使电磁继电器的衔铁在线圈断电后仍能保持在最后工作位置的继电器。它又称磁闭锁继电器。

2. 它亦指二位极化继电器。

磁保持继电器的线圈电压有极性要求, 可用直流或脉冲信号激励。该继电器所用的永磁材料一般为铝镍钴合金, 目前已有高磁能积的稀土-钴类合金和加工性能较佳的铁铬钴合金。

磁保持继电器由于消耗电能少, 抗振、抗冲击的能力较高, 因此在通信、航天技术等方面获得了广泛应用。

机械保持继电器

mechanical latching relay

系指在采用手动或电气复位之前, 衔铁和触点能用机械方式锁定在吸合或释放位置的继电器。它一般用于线路保护。

快动作继电器

high-speed relay; fast-acting relay

它一般是指专门设计的吸合时间短、释放时间短或两者均短的继电器。它可分为:

- 1) 快吸合继电器 (fast-operate relay);
- 2) 快释放继电器 (fast-release relay);
- 3) 快吸合快释放继电器 (fast-operate fast-release relay)。

快吸合慢释放继电器

fast-operate slow-release relay

它是具有快吸合时间和慢释放时间的继电器。

慢动作继电器

slow-acting relay

它一般指专门设计的吸合时间长、释放时间长或两者均长的继电器。它可分为:

- 1) 慢吸合继电器 (slow-operate relay);
- 2) 慢释放继电器 (slow-release relay);
- 3) 慢吸合慢释放继电器 (slow-operate slow-release relay)。

慢吸合快释放继电器

slow-operate fast-release relay

它是具有慢吸合时间和快释放时间的继电器。

电流继电器

current relay

系指线圈的输入参数以电流来衡量的继电器。它可以是过流继电器, 欠流继电器或两者的组合。它又称串联继电器 (series relay)。一般作为线路的保护元件。

过流继电器

overcurrent relay

系指当线圈的输入电流大于某一预定值时, 便控制报警器或自动切断被控电路的继电器。

欠流继电器

undercurrent relay

系指当线圈的输入电流低于某一预定值时, 便控制报警器或自动切断被控电路的继电器。

电压继电器

voltage relay

系指加于线圈的参数以电压来衡量的继电器。它可以是过压继电器, 欠压继电器或两者的组合。一般用作线路的保护元件。

过压继电器

overvoltage relay

系指当加于线圈两端的电压大于某一预

定值时, 便控制报警器或自动切断被控电路的继电器。

欠压继电器

undervoltage relay

系指当加于线圈两端的电压低于某一预定值时, 便控制报警器或自动切断被控电路的继电器。

差动继电器

differential relay

系指当通过线圈中多个绕组间的输入参量(电流、电压或功率)的差额达到某一预定值时便开始动作的继电器。它一般用于线路保护。

辅助继电器

auxiliary relay; slave relay

系指在各种保护装置、信号装置和闭锁装置系统中, 能帮助主继电器完成其职能(如对主继电器起闭锁作用或扩大主继电器的触点容量、组数等)的继电器。

中间继电器

intermediate relay

系指辅助用的电磁式继电器。它通常接在某一继电器和被控电路之间, 以提高触点容量或增加触点数目。

信号继电器

signal relay

系指在保护装置中, 作为某一器件动作指示的继电器。当某器件动作后, 它便显示出信号牌或发出灯光信号。

电话继电器

telephone-type relay

系指主要用于电话交换机系统中的多触点通用继电器。其结构一般采用拍合式衔铁, 簧片组与线圈的长轴平行。目前它也使用于有线电、无线电和自动控制等设备。

电码继电器

code relay

它又称电码调度继电器。它是因为最初

被用于铁路调度集中控制装置上而得名的。

电码继电器由于结构简单、工作可靠、触点组数多和可以通用等特点, 因此在自动与远动装置中应用很广。

多位置继电器

multi-position relay

系指具有一个以上吸合或非吸合位置的继电器(例如步进继电器)。它一般使用于电话交换机中。

步进继电器

stepping relay

步进继电器由电磁驱动机构、转子和多个触点组构成。其转子上一般装有棘轮和凸轮组。当电流脉冲通入线圈时, 衔铁被吸动, 带动推动爪直接驱动棘轮, 使转子旋转, 并由凸轮组依次推动触点动作, 使触点组处在不同的工作位置。该继电器适用于自动控制和无线电电子设备。

顺序继电器

sequential relay

系指按预定顺序控制两组或数组触点的继电器。

高频继电器

high frequency relay; RF switching relay

它一般是指用于切换高频交流电路的继电器。

天线开关继电器

antenna switching relay

系指用于切换射频天线电路并具有最小损耗的继电器。其结构特点是: 要求触点间隙较大; 介电表面的漏泄通路较长; 开关元件与其它零件之间的电容要小等。一般在无线电设备中用来切换天线电路。有时, 同轴继电器、高频继电器可作为天线开关继电器。

高压继电器

high-voltage relay

系指触点、线圈或两者都能承受高电压

的继电器。

耐辐照继电器

radiation resistant relay

系指采用了抗辐照措施而能防止高能辐照有害影响的继电器。辐照对继电器的影响主要是辐照使绝缘材料击穿或性能恶化,因此必须选择较耐辐照的无机材料,如陶瓷、玻璃等,或耐辐照性能较佳的有机材料,如聚酰亚胺、硅酮树脂等。该继电器主要用于航天、原子反应堆等核辐射较强的环境中。

微小型继电器

microminiature relay

它一般是指最长边尺寸不大于10毫米的继电器。例如采用晶体管罩式(TO-5)、扁平式(TO-87)和小型双列直插式(DIP)等标准的集成电路封装的继电器。

超小型继电器

sub-miniature relay

它一般是指最长边尺寸大于10毫米而不大于25毫米的继电器。例如尺寸为10×20×25毫米的晶体罩继电器(crystal can relay)、二分之一晶体罩继电器乃至六分之一、七分之一晶体罩继电器等。

小型继电器

miniature relay

它一般是指最长边尺寸大于25毫米而不大于50毫米的继电器。

敞开式继电器

unenclosed relay; open relay

系指不用罩壳来保护触点和线圈的继电器。它一般使用于周围介质对继电器影响不大的场合

封闭式继电器

enclosed relay

系指用不密封的罩壳将触点、线圈或两者均加防护的继电器。

密封继电器

sealed relay

系指采用焊接或其它方法,将线圈和触点密封在罩壳内,使其漏泄率较低的继电器。在要求低漏泄率的继电器中,一般都采用熔接密封。为了防止触点污染,有时将线圈或触点单独密封,甚至双层密封。上述分别称为密封线圈继电器(sealed coil relay)、密封触点继电器(sealed contact relay)和双层密封继电器。它适用于航空、航天或其它可靠性要求较高的场合。

触点

contact

它又称接点、触头。它是继电器中用来闭合、断开电路的导电零件。它具有下列四种工作状态: 1) 闭合状态,即触点闭合被控电路后的状态。这时要求接触电阻(或触点压降)低;在通过允许电流时,保证触点不熔结。 2) 断开状态,即触点断开被控电路后的状态。这时要求两触点之间具有足够高的绝缘强度和抗电强度。 3) 闭合过程,即由断开状态到闭合状态的过渡过程。这时要求触点回跳和电弧较小,以减小电火花引起的磨损。 4) 断开过程,即由闭合状态到断开状态的过渡过程。这时要求触点迅速熄灭电弧和电火花,以减小电磨损。

触点的接触形式一般分为点接触、线接触和面接触。点接触的压强较大,容易破坏触点表面的污染物,但散热面小,磨损较快;面接触压强较小,但散热面大,磨损较慢;线接触介于两者之间。

触点材料一般选用金、银、铂、钯、铱、钨及其合金(如银铜、银-氧化镉、银钨、银钼、金镍、金银铂等),或用它们作为镀层。目前,在小型继电器中广泛采用兼备电接触性能和弹性的弹力触点材料(如银镁镍合金等)。

主触点

main contact

又称工作触点。它是直接对被控电路起

闭合、断开作用的触点。它是相对于辅助触点而言的。

辅助触点

auxiliary contacts

它是在继电器中帮助主触点切换电路或辅助主触点完成其职能的触点组。如主触点切换电路时,使其不受或少受电弧的过度损伤,或者对主触点起闭锁作用以及用信号指示主触点的位置等。

动触点

movable contact

它是直接由驱动系统推动的触点。

静触点

stationary contact; fixed contact

它是不直接由驱动系统推动的触点。

单触点

single contact

它是一根簧片上只有一个触点。

双触点

double contacts

它是一根簧片上有两个并列触点的触点组。分叉触点属于其中之一。

分叉触点

bifurcated contacts

用开槽的方法,使一根簧片上形成两个接触部分的触点组。该结构有助于提高接触可靠性,但一般只适用于触点压力较大的情况,而且工艺上要求保证两个分叉触点动作的同时性,不然,反而会使接触不可靠。

滑动触点

slide contacts

系指动、静触点间,利用滑动方式相接触的触点组。

衔铁触点

armature contact

系指直接电镀或焊接在衔铁上的触点。它的特点是:工作时,由于触点随着衔铁而转动,从而避免了触点动作所需的间接推动

过程,接触比较可靠;此外,由于衔铁散热能力较好,故触点能承受过电流冲击而不易产生粘结;同时,由于该结构衔铁行程较小,所以灵敏度较高;但一般只适于低负载触点。

密封触点

sealed contacts

系指单独密封的触点组。该结构能使接触系统不受继电器其它部分(如绝缘材料、导磁系统等)污染的影响;在低气压条件下工作时,触点不易产生持续电弧并具有较高的抗电强度。

高位触点

off-normal contact

系指继电器动作时能闭合、断开某一电路,以表示出该继电器的工作状态的触点。

先动触点

early contacts

系指继电器动作时,比其它触点先断开或闭合的触点组。它一般作为辅助触点。

瞬动触点

snap action contacts

系指具有两个或数个平衡位置的触点组。在驱动机构开始动作时,动触点所处的状态不变,当贮存的能量增大到某一定值时,触点迅速地由一个平衡位置跳跃到另一个平衡位置。该触点组切换电路迅速,电磨损较小。

干电路触点

dry circuit contacts

系指适用于干电路的触点组。见“干电路负载”。

低电平触点

low level contacts

系指用于控制低电平电路的触点组。见“低电平负载”。

低电容触点

low capacitance contacts

系指触点间分布电容较低的一种触点组。它一般用于高频继电器中。

触点组

contact combination

系指静触点的基本组成形式。它包括有表中所列类型。

触点组名称及其示意图

触 点 组 名 称	示 意 图
动合触点 make contacts 常开触点 normally open contacts	
动断触点 break contacts 常闭触点 normally closed contacts	
断-合触点 break, make contacts 转换触点 transfer contacts	
合-断触点 make, break contacts 不间断转换触点 continuity transfer	
断-合-断触点 break, make, break contacts	
合-合触点 make, make contacts	
断-断触点 break, break contacts	
断-断-合触点 break, break, make contacts	
合-断-合触点 make, break, make contacts	

(续)

触 点 组 名 称	示 意 图
合-合-断触点 make, make, break contacts	
中和触点 single pole, double throw center off contacts	
断-合-合触点 break, make, make contacts	
双动合触点 double make contacts	
双动断触点 double break contacts	
双转换触点 double break, double make contacts	
桥式动合触点 double make contacts	
桥式动断触点 double break contacts	
桥式转换触点 double break, double make contacts	

动合触点

make contacts

它又称常开触点。系指继电器动作后，动触点与静触点闭合的触点组。接触过程

中,当触点开始接触后,可呈现下列三种不同的运动形式:

1) 相对静止:该形式不易发生触点粘结,但是没有自洁作用,且较易产生回跳。
2) 滚动:在大负载条件下,能减小或避免电弧污染的影响,使接触电阻较低,但当滚动发生在电弧污染区时,该优点就不再存在。
3) 擦动:能自洁触点表面,但易引起污染物的聚合,若擦动过甚,便会使触点发生严重粘结。

常开触点

normally opened contacts

即“动合触点”。

动断触点

break contacts

它又称常闭触点、静合触点。系指继电器动作后,动触点与静触点断开的触点组。它在开断过程中,主要是电弧、电火花对触点造成的磨损,因此,要求触点有较高的开断速度和足够的触点间隙。

常闭触点

normally closed contacts

即“动断触点”。

转换触点

transfer contacts

它又称先断后合触点。系指继电器吸合时,动触点先与一个静触点断开,然后再与另一个静触点闭合的触点组。

接触簧片

contact spring

系指带有触点的簧片。它分为动簧片和静簧片两种。应选用导电和传热性好、弹性模数适当、容许应力值较大的材料,如铍青铜、磷青铜等。贵金属的触点,一般可用铆接或焊接的方法固定到接触簧片上,常用的是点焊,因其生产效率高,而且触点与簧片连接牢固。弹力触点材料(如银镁镍)制成的簧片可直接作触点。

动簧片

movable contact spring

系指直接由驱动系统推动的接触簧片。

静簧片

stationary contact spring

系指不直接由驱动系统推动的接触簧片。

接触簧片组件

contact spring assembly; contact spring pileup

系指将接触簧片按规定的顺序排列,彼此用绝缘体间隔并加以紧固的组件。

舌簧

reed

系指在舌簧继电器中起接触簧片和衔铁磁路双重作用的弹性零件。它一般选用铁镍合金制成。为了提高接触的可靠性和减小接触电阻,通常在簧片的接触部分镀金、银、铱、钯等金属及其合金,或采用金扩散、铱扩散等。

线圈

coil

它一般是由绕组、线圈架和包扎层等构成的组件。也有采用无骨架的。在高可靠的小型继电器中,为防止导线断裂或其它机械损伤、改善绝缘及散热性能、增加机械强度,线圈往往采用绝缘清漆、环氧树脂、硅橡胶、丁二烯基树脂等加以浸渍或灌封。按绕制方法不同,可分为以下几种: 1) 并绕线圈(parallel wound coil; bifilar coil):它是具有两个或多个绕组的线圈。其绕组的导线平行绕制,而且每匝的电感相互匹配。并绕线圈可以是无感的,也可以是有感的。2) 同心线圈(concentrically wound coil):它是具有两个或多个绕组,并且沿径向一个绕在另一个上面的线圈。3) 纵列线圈(tandem wound coil):它是具有两个或多个绕组,并且沿轴向纵列绕制的线圈。

灭弧线圈

blowout coil

系指触点断开时在其空间产生磁场的电磁线圈。它的作用是使电弧快速拉长、冷却,以致熄灭。

绕组

winding

它是由绝缘导线按一定方式绕制而成的零件。导线的线芯材料有铜、镀镍铜、镀银铜及银等,其包覆绝缘层有聚乙烯醇缩醛、聚酯、聚胺脂等;耐高温导线一般采用硅有机改性聚酯、芳族聚酰胺、聚酯亚胺、聚酰亚胺、聚酰胺、聚四氟乙烯或陶瓷、玻璃纤维、瓷釉等。

无感绕组

noninductive winding

它一般是指采用双线并绕或导线端头的适当连接,使总的磁效应相互抵消的绕组。

线圈骨架

bobbin

系指用于支承绕组的绝缘零件。其材料一般采用酚醛树脂、聚丙烯、尼龙、聚四氟乙烯、聚苯撑氧(PPO)、聚矾和陶瓷等。

线圈包扎层

coil covering

用于绕组外表面的绝缘保护层。常用的材料有黄蜡绸、醋酸纤维、聚酯薄膜、聚四氟乙烯薄膜和聚酰亚胺薄膜等。

衔铁

armature

系指在电磁继电器磁路中,随电磁吸力作用而驱动触点的可动导磁零件。

衔铁按其动作形式大致可分为拍合式、旋转式和吸入式。

衔铁材料一般采用低碳钢、电工纯铁、铁镍合金(坡莫合金)、硅钢片和铁钴系合

金等。

衔铁转动支承件

armature hinge

系指起支承衔铁和转轴作用的构件。它一般采用的结构有以下几种:1)转轴结构:它由转轴和衔铁组成。它可制成平衡旋转式。其抗振、抗冲击能力较高,在密封继电器中使用甚广,但摩擦力较大,且不稳定。2)刀口式结构:它的衔铁支承在刀口上并绕其转动。它具有结构简单、摩擦力小的优点,但耐振、耐冲击能力较差。它一般使用于拍合式和磁保持继电器。3)悬挂式结构:它的衔铁固定在悬挂弹簧上。它的优点是无摩擦力,但抗振性较差,一般使用于高灵敏继电器和极化继电器。4)轴承式结构:它的衔铁和轴用轴承支承并绕其转动。它具有摩擦力小、寿命长等优点,但结构较复杂。它一般用于小型、灵敏继电器中。

衔铁复原止挡

armature backstop

系指继电器释放时用来限制衔铁最终位置的零件。在有些继电器中,往往利用支架上的伸出部分作为止挡;在要求抗振、抗冲击能力较高的继电器中,也采用复原磁钢兼作止挡。

铁心

core

系指电磁继电器磁路中套(或绕)有线圈的导磁零件。为了降低磁路磁阻,有的继电器采用与轭铁一体的结构。

轭铁

yoke, heel piece

系指电磁继电器磁路中与衔铁和铁心构成闭合磁路的导磁零件。它一般也用来支承衔铁。

极面

pole face

它一般是指铁心端头与衔铁相对的

表面。

极靴

pole piece

它一般是指位于铁心端头的扩大部分。其作用是改善极面磁场的分布状况。极靴面积与铁心截面积有一定比例,一般由磁间隙和铁心磁感应的大小来决定。在螺管式电磁铁中,通常把极面做成锥面,起极靴作用。

短路环

shading ring

它又称分磁环、短路圈。系指在交流继电器中套在铁心或衔铁部分极面上的导电环形零件。其作用主要是通过它的磁场的滞后变化来消除衔铁颤动或交流声。短路环一般由紫铜或黄铜制成。

隔磁片

residual plate(stud, screw, pin)

它又称隔磁钉。系指继电器吸合后使衔铁与铁心极面间留有一定间隙的非磁性零件。它在直流继电器中起到防止磁粘附、提高释放电压(或电流)的作用。其材料一般采用黄铜、德银等。

底座

header

系指支承继电器零部件和装有引出端的基座。在密封继电器中,它一般是将可伐合金板与引出端用玻璃烧结工艺彼此绝缘地烧结成一体的。有的继电器则采用陶瓷底座。

罩壳

housing; can

系指用来保护或屏蔽继电器的零件。封闭式继电器一般采用塑料或铝罩壳,密封继电器通常采用黄铜、德银或铝罩壳。

支架

frame

系指支承磁路系统的构件。有时也可把轭铁直接固定到底座上,兼起支架作用。其

材料一般采用德银、黄铜。在抗振、抗冲击要求较高的继电器中,支架必须有足够的刚度,并应与底座、罩壳等牢固地连成一体。

推杆

armature buffer; armature bushing; armature pusher; armature lifter; armature plug

系指装在衔铁上用来推动簧片的绝缘零件。在小型继电器中,推杆一般是在可伐合金杆的顶端烧结玻璃珠制成的。

推动卡片

actuating card

即“推杆”。

引出端

terminal

系指使线圈引出线和接触簧片与外电路相连接的零件。它可分为:焊接式、插入式、长引出线式和螺栓(或螺钉)式。一般继电器的引出端与簧片成一体,密封继电器的引出端通常采用可伐合金、钼丝等制成。

复原弹簧

return spring; restoring spring

系指继电器释放时,使衔铁恢复并保持在释放位置的弹性零件。例如片簧、螺旋簧、扭簧、盘簧等等。制造弹簧的材料一般有铍青铜、磷青铜、德银、弹簧钢、铜和硅青铜等。

在要求抗振抗冲击能力较高的继电器中,为使衔铁在释放状态有较大的保持力,也有采用磁钢代替复原弹簧的。

锁簧

locking spring

系指在继电器吸合后断电的状态下能使其保持在工作状态的弹性零件。

缓冲簧

buffer spring; snubber spring; damping

spring

系指用来消除或减少继电器触点抖动的零件。

托片

supporting spring

系指用来限制接触簧片预张位置的零件。

消火花电路

spark quenching circuit

系指在具有电感元件的电路中,为了减少触点上由电火花引起的电磨损和延长使用寿命所采用的电路。它通常由电阻、电容和二极管组成。当它并联到负载或触点上,将使触点断开时产生的过电压小于火花放电击穿电压(300伏左右)。

额定线圈电压

rated coil voltage

系指继电器按预定工作制正常工作时所规定的线圈电压的最大值(伏)。

额定线圈电流

rated coil current

系指继电器按预定的工作制正常工作时所规定的线圈电流值(安)。

绕组电阻

winding resistance

系指在环境温度为 $+20^{\circ}\text{C}$ 时在绕组始末端所测得的直流电阻(欧)。

线圈消耗功率

coil power dissipation

系指继电器在额定状态下线圈所消耗的电功率(瓦)。

线圈过负载

coil overload

继电器正常工作时,在规定时间内线圈所能承受的最大电压(伏)或电流(安)值。

线圈最大消耗功率

maximum coil power dissipation

系指继电器线圈在过负载情况下所消耗

的功率(瓦)。

线圈温升

coil temperature rise

系指线圈通电后在规定时刻的线圈温度与环境温度之差($^{\circ}\text{C}$)。通常所说的线圈温升,即指在正常环境条件下,线圈加上额定工作电压(电流)后,达到热稳定状态时的温升。它与线圈的消耗功率和散热情况有关。线圈的最高温度必须小于绝缘材料的最大允许温度。

触点负载

contact load

系指继电器触点所能承受的开路电压值和闭路电流值。它一般分为干电路负载、低电平负载、中等负载和大负载。

触点开闭电路的负载性质有阻性、感性、电动机和灯负载等。

干电路负载

dry circuit load

它是触点负载的一种类型。在这种情况下,触点不带电转换,但在闭合以后和断开之前可有电流通过。负载的电压和电流极低,通常为毫伏、微安级。

低电平负载

low level load

它是触点负载的一种类型。在这种情况下,触点负载的电压和电流远远低于产生电弧的电压和电流值。它们包括的范围很广,通常指开路电压低于触点材料的软化电压,而电流自微安至毫安级。

中等负载

medium load

它是触点负载的一种类型。在这种情况下,触点负载的电压和电流可能产生电火花或微弱电弧。一般是指开路电压自零点几伏至几十伏(交流110/220伏以下),而电流自毫安级到2安。

大负载

heavy load

它是触点负载的一种类型。在这种情况下,触点负载的电压和电流可能产生较大的电弧。它一般是指开路电压几十伏(交流110/220伏),电流2安以上。

切换功率

switching power

系指触点切换允许的开路电压与闭路电流的乘积(瓦)。它与触点的材料、尺寸和形状,触点间隙,负载性质,电流种类,火花熄灭装置的参数以及继电器的使用寿命等有关。

额定触点电压

rated contact voltage

在规定的寿命和触点电流条件下,所允许的触点开路电压的最大值(伏)。

额定触点电流

rated contact current

在规定的寿命、电压和负载型式(频率和阻抗类型)条件下所允许的触点电流最大值(安)。

最小触点电流

minimum contact current

继电器触点正常工作所允许的最小电流值(安)。

接触电阻

contact resistance

系指从引出端测得的一对闭合触点的电阻值(毫欧)。它一般为触点接触部分、接触簧片与引出端的电阻之和。触点接触部分的电阻包括:1)收缩电阻(聚流电阻);由于实际接触表面远小于视在接触表面,从而使电流线在接触点附近收缩,这样便形成了收缩电阻。它与触点压力、材料电阻率、材料硬度以及表面光洁度、接触形式等因素有关。其值随压力增加而减小;随硬度的增加而变大。2)表面膜电阻:由于接触表面

上存在污染物(如尘埃、纺织纤维、表皮剥落物、碳的附着层等)和膜(如吸附膜、无机膜、有机膜等),因而形成了表面膜电阻。

对于触点电流大于2安的继电器,一般以额定电流时的电压降来衡量接触电阻。

动态接触电阻

dynamic contact resistance

系指触点闭合或断开时,随触点压力大小而变化的接触电阻(毫欧)。

触点过载能力

contact overload capability

系指继电器触点在偶然过负载作用后,仍然能维持正常工作特性的能力。它通常以触点所能承受的过载电流相对于额定电流的倍数来表示。

寿命

life

继电器寿命系指继电器在一定环境条件和负载下,按产品技术要求正常工作的次数或时间。

影响继电器寿命的主要因素有触点的污染和磨损、簧片断裂、线圈短路或断线以及连接不牢固等等。其中,触点失误是最重要的原因。此外,使用不当也会缩短继电器的工作寿命。

灵敏度

sensitivity

继电器灵敏度一般是指规定的继电器吸合功率(毫瓦)。

吸合值

pickup values; operate values; pull-in value

系指继电器的所有触点从释放状态到达吸合状态时所需电参量(电流、电压、功率或安匝)的最小值。

吸合电压(或电流)的正常值

normal pickup voltage (current)

继电器在+20℃时吸合电压(伏)或电流(安)的最大允许值。

吸合电压(或电流)的最大值

maximum pickup voltage (current)

系指继电器在其工作环境条件下的整个范围内吸合电压(压)或电流(安)的最大允许值。

释放值

dropout; release

系指继电器的触点全部恢复至释放状态时所需电参量(电流、电压、功率或安匝)的最大值。

释放电压(或电流)的正常值

normal dropout voltage (current)

继电器在+20℃时释放电压(伏)或电流(安)的最小允许值。

释放电压(或电流)的最小值

minimum dropout voltage (current)

继电器在其工作环境条件的整个范围内释放电压(伏)或电流(安)的最小允许值。

不吸动值

nonpickup

系指不能引起继电器的任何一对触点动作的电参量(电流、电压、功率或安匝)的最大值。

保持值

hold

系指继电器触点全部保持在吸合状态时所需电参量(电流、电压、功率或安匝)的最小值。

绝缘电阻

insulation resistance

继电器的绝缘电阻系指互相绝缘的导电件之间,在外加一定直流电压时所呈现的电阻值(兆欧)。在潮湿环境下,继电器的绝缘电阻急剧下降,故在某些继电器中尚需规定潮湿条件下的绝缘电阻。

抗电强度

dielectric strength

系指互相绝缘的导电件之间,在一定时间内承受规定的电压(交流指有效值)而无飞弧、绝缘击穿和过大漏电流的能力(伏)。在有些高空使用的继电器中,应规定低气压条件下的抗电强度。

动作频率

operating frequency

继电器的动作频率系指继电器在单位时间内能正常动作的次数。

谐振频率

resonant frequency

系指谐振继电器的输入频率与输出频率同步时的频率值(赫)。

控制系数

control coefficient

它又称放大系数。系指继电器的输出量与输入量之比。对于电磁继电器而言,也就是触点的额定功率与线圈的额定功率之比。

恢复系数

recovery coefficient

系指继电器的释放安匝与吸合安匝之比。

为了加大恢复系数,通常可采用加大隔磁片的厚度和提高复原力的方法。当吸力特性曲线与机械特性曲线重合时,恢复系数为最大。

填充系数

activity coefficient

系指线圈铜线的总截面积与线圈窗口面积的比。其值越大,说明线圈窗口的利用越充分。它与线圈绝缘、绕制工艺、导线的形状和尺寸有关。

磁间隙

magnetic gap

系指磁路中的非磁部分或两导磁零件间的间隙。它一般分为工作气隙和非工作间隙。

为了降低继电器磁路的磁阻,非工作间隙应尽量减少。

磁工作气隙

armature (magnetic pole) gap

系指铁芯极面与衔铁之间的间隙。当电磁机构通电时,在工作气隙中产生磁通,使衔铁吸向铁芯极面,其吸力的大小,与工作气隙的形状和大小有关。

剩余间隙

residual gap

系指继电器吸合后衔铁与极面之间由隔磁片(钉)等所提供的间隙。其作用主要是克服继电器释放时的磁粘附,以提高释放电压(或电流)。

衔铁行程

armature travel

系指继电器的衔铁由释放状态到完全吸合时,衔铁上某一定点所移动的距离。在极化继电器与高灵敏继电器中,一般选用较小的衔铁行程;而大负载的继电器则应采用较大的衔铁行程。

自由行程

free travel

系指继电器吸合时,从衔铁开始运动时起到触点开始移动时止,衔铁所通过的距离。它可以加速常闭触点的断开过程,改善触点的工作条件。

衔铁吸合超行程

armature pickup overtravel

系指继电器吸合时,衔铁从所有常开触点闭合时起,到衔铁完全吸合时止,衔铁所通过的距离。其作用主要是使触点具有足够的压力和超行程。

衔铁反力

armature back force

系指使衔铁离开释放位置所需的力,也就是衔铁在释放状态时的保持力。它可以由螺旋弹簧、片簧或磁钢来产生。磁钢反力装

置比一般的弹簧反力装置具有较好的耐振性。

衔铁传动比

armature lever ratio

系指衔铁推杆(推动卡片)的推动点到衔铁支承点的距离,与极面中心到衔铁支承点的距离之比。

触点间隙

contact gap; contact separation

系指一对开断触点间的最短开距。由触点开路电压、闭路电流(包括负载性质)及触点的工作环境(高度、湿度等)决定。在小电流负载时,触点间隙主要取决于开路状态的抗电强度,在大电流负载时,触点间隙应由开断过程可靠的熄弧要求来决定;一般来说,高灵敏继电器、极化继电器和快动作继电器的触点间隙应尽可能小,在真空或充惰性气体的继电器中,触点间隙可相应取小,因为真空或惰性气体中触点间隙的击穿电压较高、不易产生电弧。

触点超行程

contact overtravel

它又称触点跟踪。系指动触点与静触点接触瞬间起,假定静触点去除,动触点所能移动的距离。其作用主要是:在触点磨损时,仍能保持足够的触点压力和接触可靠性;利用触点超行程,可实现触点闭合过程中的擦动或滚动接触,有助于消除触点上的污染物或减小正常接触点的电腐蚀;此外,它还能起到吸收触点闭合时的部分碰撞能量,减小回跳的作用。

触点跟踪

contact follow

即“触点超行程”。

触点压力

contact force

系指一对闭合触点相互之间的压力。触点压力的大小,影响接触电阻的大小和接触

的可靠性。触点压力增大,可使接触电阻减小,但会降低继电器的灵敏度。

动作时间

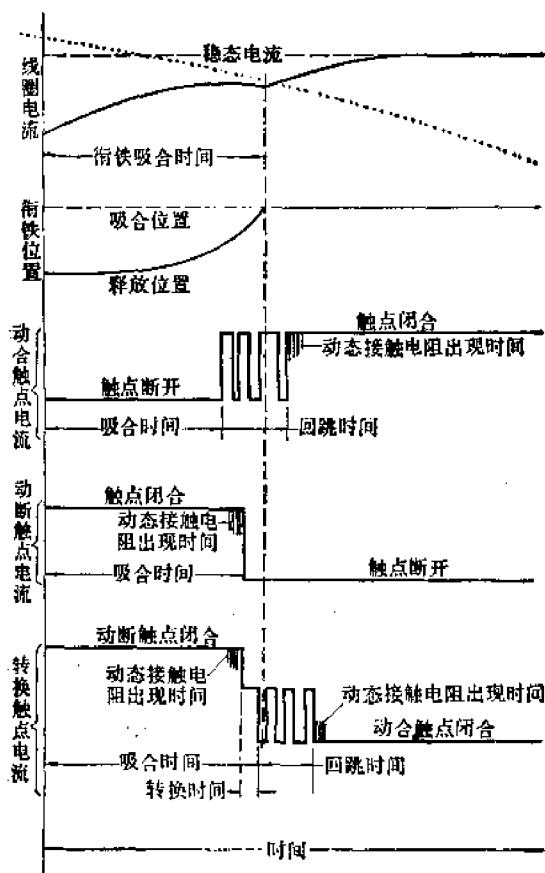
actuation time

它是继电器的吸合时间和释放时间的总称(毫秒)。

吸合时间

pickup time; operate time

系指从绕组通电时起,至所有触点达到工作状态时所需的时间(毫秒)。所谓工作状态,系指常闭触点断开,常开触点闭合。吸合时间不包括出现触点回跳和动态接触电阻的时间。吸合时间由二部分组成:1)触头运动时间;即从绕组通电起到衔铁开始运动止所需的时间;2)运动时间;即从衔铁开始运动至所有触点达到工作状态所需的时间。继电器的吸合时间曲线(触点切换无感负载)如图所示。

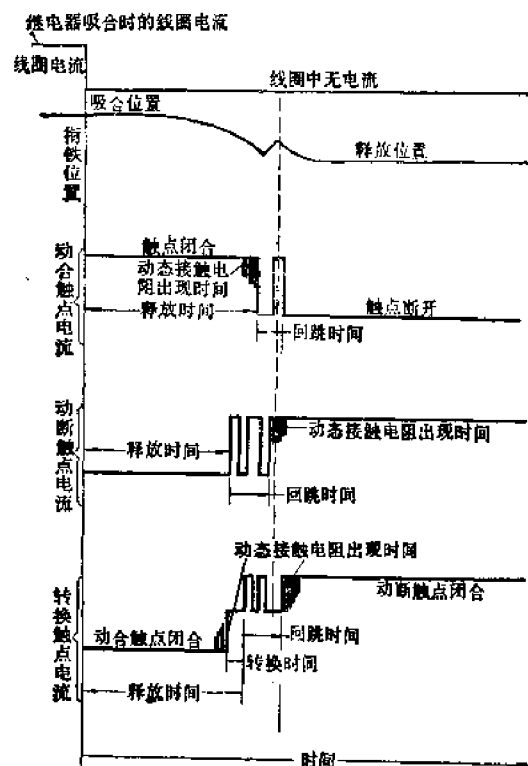


继电器的吸合时间曲线(触点切换无感负载)

释放时间

release time

系指从绕组断电时起,至所有触点恢复到释放状态时所需的时间(毫秒)。所谓释放状态,系指常闭触点闭合,常开触点断开。释放时间不包括触点回跳和出现动态接触电阻的时间。释放时间由二部分组成:1)释放启动时间;即从绕组断电起到衔铁释放时止所需的时间;2)衔铁运动时间;即从衔铁开始释放至所有触点恢复到释放状态所需的时间。继电器的释放时间曲线(触点切换无感负载)如图所示。



继电器的释放时间曲线(触点切换无感负载)

触点回跳时间

contact bounce time

系指触点闭合或断开时,其不规则通断现象所包括的时间(毫秒)。它不包括出现动态接触电阻的时间。由于触点回跳可能引起电磨损或熔接,因此该时间应小于规定值。

触点抖动时间

contact chatter time

由于线圈电流的变化或外界振动、冲击等而引起的闭合触点断开或断开触点闭合的时间(微秒)。一般规定其最大允许值为10微秒。

转换时间

transfer time

系指转换触点组中从闭合触点断开到断开触点闭合所需的时间(毫秒)。

参差时间

stagger time

系指在同一继电器中任意两组触点动作时间之差(毫秒)。例如断开两组常闭触点之间的时差便是一种参差时间。

吸力特性

pull characteristics

它又称电气特性。系指电磁继电器的安匝不变时,铁芯极面对衔铁的吸力与衔铁位移之间的关系。它可分为:1)额定吸力特性:即在额定磁势(或额定电压)时确定的吸力特性;2)吸合吸力特性:即在吸合磁势(或吸合电压)时,在 $\delta = \delta_0$ 位置上吸力等于反作用力条件下确定的吸力特性;3)释放吸力特性:即在释放磁势(或释放电压)时,在 $\delta = \delta_0$ 位置上吸力等于反作用力条件下确定的吸力特性。

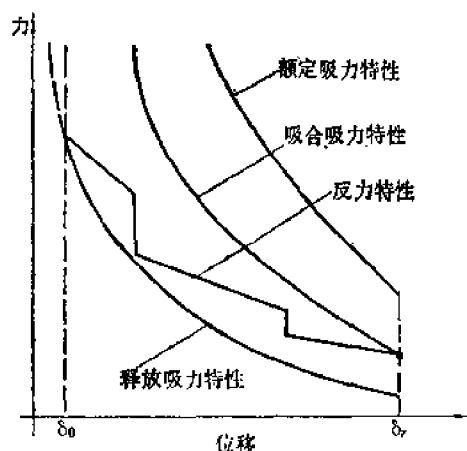
为了使继电器正常地工作,吸力特性与反力特性必须恰当地配合。其吸合吸力特性应高于反力特性;释放吸力特性应低于反力特性。

改变极靴与衔铁的形状,可以大大地改变吸力特性曲线。

吸力特性与反力特性的配合情况如图所示。图中, δ_0 为衔铁吸合位置; δ_1 为衔铁释放位置。

电气特性

electrical characteristic



电磁继电器吸力特性与反力特性的配合

即“吸力特性”。

反力特性

spring load characteristic

它又称机械特性。系指继电器衔铁向吸合方向运动时所克服的作用力与衔铁位移的关系(见“吸力特性”图)。它通常由下列的作用力组成:1)复原力:它由复原弹簧或磁钢产生。它主要是使衔铁返回到释放位置。2)接触簧片(或触点弹簧)的反作用力:其目的是提供必需的触点压力。3)附加力:它是由阻尼装置、软连结导电部分等产生的附加力或大电流产生的电动作用力等。4)摩擦力:它是转动联结部分上产生的摩擦力以及运动部分与周围介质之间形成的阻力。

机械特性

mechanical characteristic

即“反力特性”。

吸合时间特性

operate time characterisitic

系指继电器的吸合时间与线圈安匝之间的关系。

释放时间特性

release time characteristic

系指继电器的释放时间与线圈安匝之间的关系。

衔铁颤动

armature chatter

系指由于不适当的交流特性或外界的振动、冲击等而引起的衔铁振动。所谓不适当的交流特性,主要是指交流继电器由于线圈电流过零而引起吸力过零的特性。对于交流继电器,消除衔铁颤动的主要方法有:1)在铁心(或衔铁)极面部分套短路环;2)采用重衔铁,增加惯性,使绕组电流过零时衔铁来不及脱离铁心;3)采用双绕组线圈,分别通以相位差 90° 的电流,产生不同时过零的双吸力。对于外界振动、冲击引起的衔铁颤动,则可采用平衡旋转衔铁、以磁钢代替复原弹簧、加大吸合或释放位置的保持力等方法来消除。

衔铁回跳

armature rebound

系指继电器在吸合或释放时,衔铁与铁心或复原止档相碰而产生的往复跳动。它可能引起有害的触点回跳。其消除的方法是,一般采用缓冲或阻尼装置,以及用磁钢代替复原弹簧等。

触点回跳

contact bounce

系指触点闭合或断开时所产生的往复跳动。其影响因素主要有:闭合时动、静触点的相对速度;动触点的质量(包括与动触点紧固在一起的其它零件的质量);触点的初压力;衔铁回跳等。

触点抖动

contact chatter

系指由于线圈的电流变化或外界的振动、冲击等原因所引起的闭合触点的断开或断开触点的闭合。触点抖动不仅会增大电腐蚀,缩短触点寿命,而且还能降低换接电路的可靠性。因此,在要求抗振、抗冲击能力较高的继电器中,一般采用平衡旋转式衔铁;相对增大触点压力,适当提高接触簧片的刚

度等方法来减小或避免触点抖动。

工作状态

operating conditions

它一般是指继电器线圈通电后的吸合状态。

释放状态

release conditions

它一般是指继电器线圈不通电时,尚未动作前的状态。

工作位置

mounted position

系指保证继电器在设备中能正常工作的安装位置。

触点失误

contact miss

系指触点不能正常断开或闭合的现象。其主要表现为触点闭合时接触电阻超过规定值和断开时触点粘结。造成接触电阻的主要原因是触点污染和磨损;形成触点粘结的主要原因是触点的熔接、桥接和冷焊等。

触点污染

contact contamination

系指触点表面粘附杂质或形成膜,使接触电阻增大甚至不通的现象。

触点上的污染物主要有尘埃、吸附膜、碳的附着层、无机膜、有机膜等。为了防止触点污染,目前一般采用下列几种措施:1)采用特殊的空气过滤装置来净化装配区域的空气,减少其含尘量。2)采用有效的清洗溶剂对继电器零件进行反复多次的清洗,其中包括超声波清洗。3)采用无焊剂的焊接方法,如电子束焊、氩弧焊、激光焊、金锗铜焊、高频焊、电阻焊、冷压焊以及钨极惰性气体保护焊等来避免焊剂对触点的污染。4)对充填的惰性气体进行充分的干燥和净化。5)采用不易形成有机膜和无机膜的触点材料。6)采用聚酰亚胺、聚四氟乙烯等耐高温、不易挥发出有机气体的绝缘材料以

及玻璃、陶瓷等无机绝缘材料。7) 在密封继电器中加入吸气剂, 如活性炭、多孔玻璃等。8) 采用合理的触点型式和足够的触点压力。9) 从触点结构上保证触点闭合时有一定的擦动或滚动。10) 采用触点单独密封的结构, 以免继电器的其它零件对触点造成污染。

触点粘结

contact adhesion; contact sticking

系指触点闭合后, 由于各种原因而不能断开的失误现象。一般是由触点熔接、桥接和冷焊等引起的。

触点熔接

contact weld

系指由于闭合触点表面金属的熔化、凝结而使触点无法断开的失效现象。其主要原因是: 触点回跳; 触点闭合短路电流或电动机负载; 切换容性线路。

克服触点熔接的方法是: 根据使用要求选取合适的触点材料; 采用较大的触点; 加大复原力和减小触点回跳等。

触点桥接

contact bridging

系指触点动作时, 由于接触表面薄膜破裂形成金属导电桥或因桥蚀作用形成的凸起与凹坑之间相互锁住, 以致不能正常断开的现象。

触点冷焊

cold welding of contacts

系指触点闭合后, 由于接触表面金属原子之间引力的相互作用, 而使触点无法断开的失效现象。一般在触点表面清洁、光亮、周围气氛干燥和触点开断力较小的情况下发生。

触点磨损

contact wear

泛指触点在动作过程中的电磨损、机械磨损和化学磨损。其中主要的是电磨损。

触点的磨损造成触点表面破损、变形, 从而使触点压力、接触电阻、超行程、间隙等参数发生变化, 甚至可能使触点无法正常工作。为此, 继电器应有足够的触点间隙和超行程。

电磨损

electrical wear

由于触点桥蚀、火花、弱弧、电弧等原因而造成的触点磨损称为电磨损。目前, 解决触点电磨损的主要措施有以下几种: 1) 采用起弧电压、电流均较大的高熔点材料做触点, 尽可能避免成弧和形成液桥。2) 在贵金属中加入少量非贵金属(如镍、铜等)或金属氧化物(如氧化镉等), 以利用非贵金属的氧化膜来减小触点的磨损。3) 加强熄弧和熄火花措施, 以缩短燃弧时间。4) 采用接触后有相对运动的触点结构, 防止磨损物积累。

桥蚀

fritting

触点断开时, 接触表面之间的金属导电桥被拉断, 经多次动作后, 使其阴极形成针尖, 阳极形成凹坑, 以致造成触点腐蚀的现象, 这就是桥蚀。

电弧磨损

arc wear

系指触点切换电路时, 由于电弧作用而造成触点腐蚀的现象。电弧放电时, 正离子或电子对触点表面的轰击使金属局部熔化或汽化。金属蒸汽的扩散和金属液体的喷射就是造成这种磨损的主要原因。

磁粘附

magnetic freezing

系指由于剩磁作用而使铁心吸附住衔铁的现象。它使继电器不易释放。一般用隔磁片(钉)来克服磁粘附。

电复原

electrical reset

系指继电器在通电吸合后, 必须再次通电才能使其恢复原位。

工作安全系数

operating safety factor

继电器线圈的额定工作电流 (或电压) 值与吸合电流 (或电压) 值之比。

调整

adjustment

系指对继电器的某些部分进行机械的或电气的校正, 以达到要求的工作性能。一般调整触点压力、触点间隙、衔铁行程、复原弹簧, 并使吸合值和释放值达到规定要求。对于使用要求较高的继电器, 先初调, 再在机械老化、温度老化后进行复调。

充氮密封

nitrogen-filled seal

继电器在非密封情况下 (例如留有密封孔或外罩与底座未封焊), 放在密封充氮机中, 抽真空之后, 充以氮气, 然后将继电器密封的工艺, 称为充氮密封。氮气属于不活泼气体, 无毒, 导热率较好, 绝缘强度高, 能对触点起保护作用。有时, 在氮气中加10%的氢气, 以便进行氮质谱检漏。

真空焙烘

vacuum baking

密封继电器在敞开的情况下, 放入真空烘箱内, 升高到一定温度, 同时不断抽气, 使继电器内部的潮气和有机气体不断排除, 以减少对触点的污染。这种工艺称为真空焙烘。

清洗工艺

cleaning

系指继电器及其零部件按一定方式去除污染物的措施。一般采用的清洗溶剂有: 酒精、汽油、香蕉水、蒸馏水、去离子水、丙酮、四氯化碳 (有毒)、三氯乙烯、全氯乙烯和三氯三氯乙烷等。在使用要求较高的继电器中, 常采用超声波清洗。

密封工艺

sealing

一般系指将继电器的罩壳与底座封焊或焊接密封孔的工艺。它通常采用钎焊、电子束焊、红外线聚光焊、激光焊、氩弧焊、高频焊、电阻焊、压焊和金锕铜焊等。

复原点

contact return

系指加热器断电后, 常开触点断开或常闭触点闭合的瞬间。

吸合点

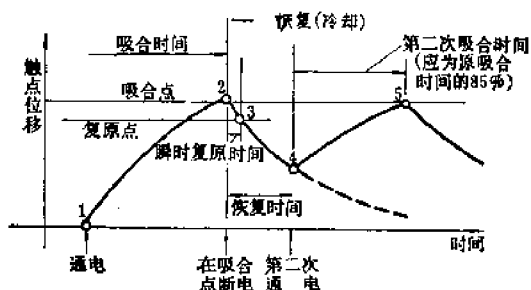
operating point

系指加热器通电后, 常开触点闭合或常闭触点断开的瞬间。

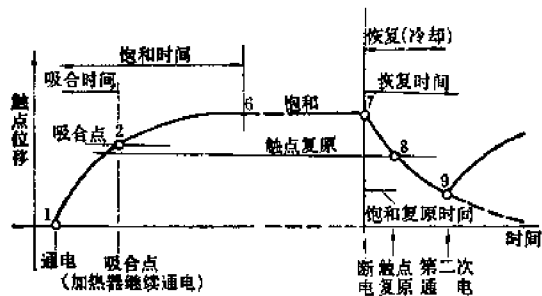
吸合时间

operate time

它又称定时时间。系指热继电器的加热器通电后, 到触点吸合时所需的时间 (秒)。热继电器性能如图 a 和图 b 所示。



(a) 加热器在吸合点断电的曲线



(b) 加热器在吸合点继续通电的 (饱和状态) 曲线
热继电器性能

1. 定义	在一定的条件下, 使物体发生某种变化的过程。
2. 分类	按作用的对象分, 可分为物理作用、化学作用、生物作用等。
3. 特点	具有目的性、计划性、可控性。
4. 应用	广泛应用于工业生产、科学研究、农业生产等领域。
5. 注意事项	操作时应注意安全, 防止事故发生。
6. 参考文献	《电子技术基础》, 人民邮电出版社, 1980年。
7. 附录	相关术语解释: 物理作用、化学作用、生物作用。
8. 索引	按字母顺序排列。
9. 说明	本词典仅供参考, 不作为法律依据。
10. 其他	如有任何疑问, 请随时与我们联系。

值(伏)。当输入电压超过该值时,则可能破坏器件的正常工作状态,甚至损坏器件。

输出部分

output

系指固体继电器内部接通和断开负载的电路。相当于电磁继电器的“触点”。

开路阻抗

open-circuit impedance

系指输出部分截止时,加在该部分的电压与负载电流之比(兆欧)。

“触点”压降

“contact” voltage drop

系指在额定输出电流时,输出部分的压降(伏)。

最小输出电流(电压)

minimum output current(voltage)

系指使输出部分能正常工作的最小电流(电压)值(安)(伏)。

最大输出电流(电压)

maximum output current(voltage)

系指固体继电器正常工作时输出部分所能承受的最大电流(电压)值(安)(伏)。

瞬时过载电流

transient overload current

系指输出部分在规定的某一短暂时间内所能承受的最大电流值(安)。

开路漏泄电流

open contact leakage current

系指在规定的温度和输出电压时,开路“触点”漏泄电流的最大值(毫安)。

浪涌电流

surge current

系指固体继电器输出部分所允许的瞬时电流的最大绝对值和持续时间。

“触点”电压上升率

“contact” voltage rate of rise

系指固体继电器正常工作时,输出部分电压增长速率的最大允许值(伏/秒)。在使

用固体闸流管或可控硅作为“触点”的固体继电器中,如果“触点”上升率太大,那就可能使固体闸流管或可控硅自然导通。

功耗

power dissipation

系指在额定输入信号、一定辅助电源和额定负载情况下,固体继电器所消耗的功率(瓦)。

最大允许功耗

maximum power dissipation

系指在允许的“吸合”电流(电压)和负载范围内,继电器所消耗的最大功率(瓦)。使用时,继电器的功耗不能超过此极限值,否则会引起器件严重发热,使性能恶化,甚至将器件烧毁。

隔离

isolation

系指输入部分与输出部分(相当于电磁继电器的“绕组”与“触点”)之间的电气绝缘。

耦合

couple

系指输入部分与输出部分之间实现电气绝缘,并使输入信号有效地驱动输出部分所采用的方式。目前常用的有下列二种:1)磁耦合:利用变压器工作原理传递信号的耦合方式;2)光耦合:在输入信号作用下,通过发光器件(如白炽灯、磷化镓晶体灯、碳化硅晶体灯等)发出的光照射到输出回路中的光敏器件(如光敏晶体管、光导管等),从而实现信号传递的耦合方式。

此外,还有无线电频率耦合、电场耦合、热耦合、压力耦合等形式。

“吸合”

operate

当输入信号增大到超过某一定值时,继电器内部状态的变化使输出部分由截止状态变为导通状态或由导通状态转变为截止状

态, 此过程称为“吸合”。

“释放”

release

当输入信号下降到低于某一定值时, 固体继电器内部状态的变化, 使输出部分由导通状态转变为截止状态, 或由截止状态转变为导通状态, 此过程称为“释放”。

“吸合”电流(电压)

operate current(voltage)

系指使继电器“吸合”所需的最小输入电流(电压)值。(安)或(伏)。

“释放”电流(电压)

release current(voltage)

系指使继电器“释放”的最大输入电流(电压)值(安)(伏)。

“吸合”时间

operate time

系指固体继电器“吸合”时, 从加上额定输入电压(电流)到输出端电压(电流)的变化达到最大电压(电流)的一定百分数

(如90%)时所需的时间(毫微秒)。

“释放”时间

release time

系指固体继电器“释放”时, 从切断输入电压(电流)到输出端的电压(电流)的变化达到最大电压(电流)一定百分数(如90%)时所需的时间(毫微秒)。

热稳定性

thermal stability

系指在规定的环境温度范围内, 其最大吸合值和最小释放值允许的变化。

最高动作频率

maximum operating frequency

系指在规定的条件下, 固体继电器在单位时间内能正常动作的最高次数。

失误

miss

系指不能建立预定的电路状态的现象。例如输入部分开路或短路, 输出部分导通时阻抗过高或截止时阻抗过低等等。

四、斩 波 器

斩波器

chopper

斩波器是一种能进行微弱信号（如微伏电压或微安乃至微微安电流）变换的高精密元件。它能将直流电压（电流）变换成交流电压输出放大，或可用来解调还原成直流。通常用于工业测量仪器、电子计算机、无线电通信设备中的直流放大电路中。目前也愈来愈广泛地被应用在象厚度、剂量、精密的PH值、生物电流、星光电流、离子电流、微量放射线、半导体霍尔系数、超高真空度、 $10^{-12} \sim 10^{-17}$ 安的微小电流和 $10^{16} \sim 10^{21}$ 欧的超高绝缘的测量以及红外线、色谱、质谱等分析仪器中。

机械斩波器

electromechanical chopper

它又称有触点斩波器。它是利用机械振动而产生触点开闭的一种斩波器。目前采用较多的一种结构形式是利用电磁力直接驱动触点簧片。

机械斩波器有完善的开关特性，噪声小而稳定，在低阻抗下可达0.04微伏以下。可用于高、中、低阻抗范围，是当前应用较广泛的一种斩波器。但由于其有机械上的缺点，故可靠性较差，寿命较短（一般在2000~5000小时，经过精密设计和合理应用，在低频时最高约25000小时）。此外，变换频率低（通常在600赫以下），抗机械环境性能差。

固体斩波器

solid state chopper

固体斩波器是一种新型的半导体斩波器。它包括二极管、三极管、对称孪生型晶

体三极管、变容二极管、隧道二极管、FET等型式斩波器。固体斩波器没有可动部分，所以可靠性高，频率特性好，寿命特别长，体积小，重量轻，适合集成电路整机使用。同时，还能承受极恶劣的环境条件。

有些固体斩波器也存在一定的缺陷，如三极管斩波器阻抗低，噪声较大，温度特性差，抗辐射性能差。随着新型固体元件的不断出现，噪声和温度特性将得到大大改善。

晶体管斩波器

transistor chopper

系指利用晶体管的开关特性而制成的一种固体斩波器。它是无触点斩波器的一种，具有激励功率小、激励频率高、寿命长、耐振等优点。但也存在随温度变化的漂移大、输入阻抗低、抗辐射性能差等缺陷。有的品种还在使用范围上受到限制，如三极管斩波器只适用于低阻抗情况，超过100千欧的高阻抗斩波器一般不用三极管，而用二极管或变容二极管来制造。

场效应管斩波器

FET chopper

系指利用场效应管开关特性制成的一种固体斩波器。其主要特点为：由于没有象机械斩波器那样的不可避免的触点故障，故可靠性较高；借助集成电路化，有进一步小型化的可能性；噪声电平较低。与晶体管斩波器相比，其优点是：开路电阻高达1兆欧以上；驱动电压和信号电压本质上是隔离的。

光电斩波器

photoelectric chopper

系指利用光电元件内部电阻的变化而制作的一种无触点斩波器。它以断续的光源周

期地照射光敏元件(如硫化镉、硒化镉等),使其内部电阻在数百兆欧与数千欧之间周期地变化,从而可将直流变换为交流。由于光电斩波器没有触点磨损引起的接触不良和因振动而引起的噪声,也没有磁噪声(因为它不用线圈),因此噪音特性良好、寿命长(一般均在一万小时以上)、可靠性高,另外,它可以在较宽的频率范围(一般为0~2千赫)内工作。但由于它的开关特性不够理想,故其变换效率较低,且受温度、光源类型的限制,适于中阻抗以下线路。

振动容量式斩波器

vibrating capacitance chopper

它又称振动电容器。系指利用机械振动使电容变化的原理而制作的一种斩波器。它是一种较老的变换元件。它的结构形式较多,归纳起来主要有电动机旋转式、振动簧片式、振动膜片式、振子改进式和高频电场驱动式五种。它利用电容器的电极在交变电场作用下发生周期性变化来改变电容量,从而将直流信号变换为交流信号。由于振动容量式斩波器的绝缘电阻比其它型式的斩波器要高,故被广泛地采用。其缺点是:变换效率低(通常只有10%左右)、接触电位引起的漂移也大。近年来,变容二极管斩波器已开始取代一部分振动容量型斩波器。

磁调制式斩波器

magneto-modulated chopper

系指利用电振荡使电感变化的原理制作的一种无触点斩波器。它具有较稳定的漂移和较长的寿命。但线路复杂、阻抗低、使用范围受到限制。

水银舌簧式斩波器

mercury wetted reed chopper

系指利用水银舌簧开闭器制作的一种有触点的斩波器。

霍尔效应斩波器

Hall effect chopper

系指利用霍尔效应元件制作的一种低阻抗的斩波器。

磁阻效应斩波器

magneto-resistance effect chopper

系指利用磁阻效应元件制作的一种斩波器。

超导斩波器

superconductive chopper

系指利用超导效应元件制成的一种超导斩波器。

触点接触型式

contact arrangement

一般分常开式和常闭式两种。常开式系指机械斩波器振动片在非激励状态下不与静触点闭合的接触型式,又称中央开放型(BBM)。常闭式系指机械斩波器振动片在非激励状态下与静触点闭合的接触型式,又称中央短路型(MBB)。

激励电压与频率

drive voltage and frequency

系指斩波器正常工作时激励端激励电压和频率。

噪声

noise

当斩波器施加额定激励电压时,当直流输入信号为零,输出端微小交流电压的有效值即为噪声电压(当输入端开路 and 输入端接入规定的电路或短路,虽输入电压为零,但噪声电压不同;输出端的负载阻抗越小,噪声越小)。

通常斩波器的噪声来源为:输入端的干扰信号耦合至输出端;激励电压中的干扰信号耦合至输出端;接插脚接触不稳定等。机械斩波器的噪声还能由接触簧片的振动切割激励电磁场及触点接触不稳定产生。固体斩波器的噪声还能由组成斩波器的各元件的噪声产生。

接触率

contact rate

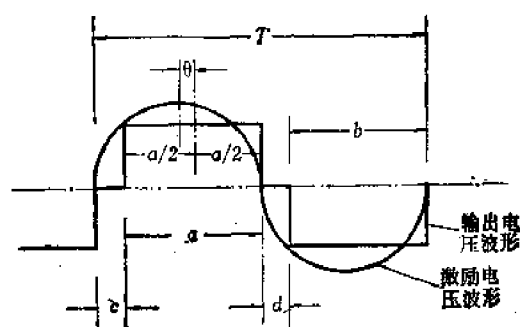
系指触点闭合时间与整个周期之比, 以百分率表示, 即 $\frac{a}{T} \times 100\%$ 或 $\frac{b}{T} \times 100\%$

式中 a ——左触点闭合时间;

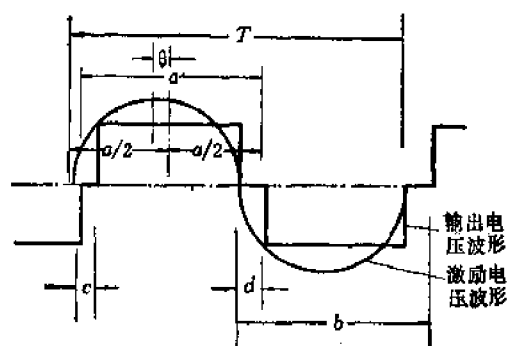
b ——右触点闭合时间;

T ——激励电压周期。

斩波器触点接触波形如图所示。



(a) 常开式



(b) 常闭式

斩波器触点接触波形图

接触率不对称度

dissymmetry of contact rate

左右触点接触率之差称为接触率不对称度。

触点停留时间

dwell time

它又称接通时间。系指斩波器触点闭合

的时间, 以度数间接表示。在每个工作周期内有两个停留时间(见“接触率”图中的 a 和 b)。

触点接通时间

dwell time

即“触点停留时间”。

触点飞越时间

transit time

它又称脱离时间。系指斩波器触点都不闭合的时间, 以度数间接表示。它在每个周期内出现两次(见“接触率”图(a)中的 c 和 d)。

触点脱离时间

transit time

即“触点飞越时间”。

公共时间

common time

系指出现于常闭式斩波器中的、所有触点均同时闭合的时间(见“接触率”图(b)中的 c 和 d)。

抖动

chatter

系指触点闭合或断开时所产生的往复跳动。是一种所不希望出现的脱离时间, 以度数间接表示。

相位角

phase angle

相位角是额定正弦激励电压峰值至停留时间中点的相移角(见“接触率”图中的 θ 所示)。

效率

efficiency

系指固体斩波器输出端交流信号电压的峰值与输入端直流信号电压值之比(%)。

五、微电机

微电机

small and special electric machine

微电机,或称微特电机,通常是指输出功率在六、七千瓦以下的小功率电机,以及功率虽已超过这个范围,但具有“特殊”性能,“特殊”结构,可在“特殊”环境条件下正常运转,用于某种军事装备中的特种电机。

微电机是在普通电机的基础上发展起来的,在原理上与普通电机相同。

微电机广泛用于工业、农业和交通运输等国民经济各个部门,特别是广泛用于现代化军事装备和工业设备的自动控制装置中。现代电子技术的各个领域,诸如雷达、无线电通信、导航、电子对抗以及电子计算机等各方面都需要使用大量的微电机。

微电机通常按用途分为三大类:控制用微电机、驱动用微电机和电源电机。

微特电机

small and special electric machine

即“微电机”。

控制用微电机

small electric machine for automatic control system

控制用微电机是一类具有电机结构形式的自动控制元件。控制用微电机用来作为自动控制系统中的检测元件、放大元件、执行元件和解算元件等,它在现代化军事装备的自动装置中得到越来越广泛的应用。

控制用微电机具有高精确度、高灵敏度、高可靠性以及可在特殊环境下使用等一系列性能特性。

控制用微电机的制造,通常需采用高性能的精密材料、先进的精密加工工艺和加工

设备、精密的装配方法和装备以及精密的测试方法和测试仪器。

控制用微电机可分为自整角机、旋转变压器、感应移相器、测速发电机、伺服电动机、力矩电动机、步进电动机、电机放大机等。

自整角机

synchro

自整角机是一种具有三相绕组的交流控制电机,其输出电信号是转子转角的函数或转子转角是输入电信号的函数。自整角机通常成对使用,组成自整角机系统。产生与失调角相应的转矩,以实现无机械联接的转角传递的自整角机系统,称为力矩式自整角机系统;产生与失调角相应的电信号的自整角机系统,称为控制式自整角机系统。

自整角机通常有力矩式自整角机、控制式自整角机,多极自整角机、双通道自整角机,自整角解算器,以及无接触式自整角机等。

力矩式自整角机

torque synchro

力矩式自整角机是用于力矩式自整角机系统的自整角机。

力矩式自整角机有力矩式自整角发送机、力矩式差动自整角发送机、力矩式自整角接收机以及力矩式差动自整角接收机。

力矩式自整角发送机

torque synchro transmitter

这种电机可将转子转角变换成与其相对应的电气信号输出,在力矩式自整角机系统中,主要用来与力矩式自整角接收机一起工作,也可以用来与力矩式差动发送机和力矩式自整角接收机一起工作,实现转角传递。

力矩式差动自整角发送机

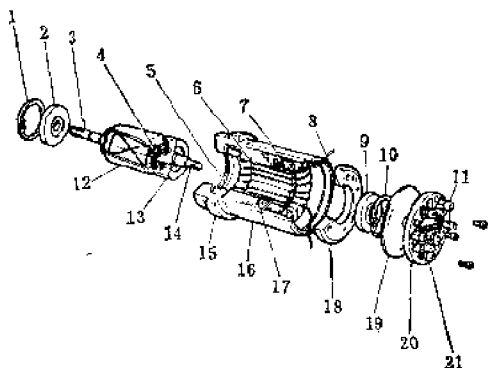
torque synchro differential
transmitter

系指将力矩式自整角发送机的转子转角及其自身转子转角的和或差变换成电气信号输出的自整角机。在力矩式自整角机系统中,主要用来与力矩式自整角发送机和力矩式自整角接收机一起工作,实现转角传递。

力矩式自整角接收机

torque synchro receiver

接收发送机的电气信号,并转换成为与其相对应的转角输出的自整角机,称为力矩式自整角接收机(如图所示)。在力矩式自整角机系统中,它主要用来与力矩式自整角发送机一起工作,也可以用来与力矩式自整角发送机和力矩式差动自整角发送机一起工作,实现转角传递。



力矩式自整角接收机结构图

1—挡圈 (circlip); 2—轴承 (bearing); 3—转轴 (shaft); 4—转子绕组 (rotor winding); 5—轴承室 (bearing seating); 6—定子内孔 (stator bore); 7—定子绕组 (stator winding); 8—轴承室 (bearing seating); 9—轴承 (bearing); 10—挡圈 (circlip); 11—转子接线柱 (rotor terminal post); 12—“H”型转子铁芯 (“H” form rotor stack); 13—阻尼轮 (damping flywheel); 14—滑环 (slipring); 15—安装凸台 (mounting spigots); 16—机壳 (housing); 17—定子铁芯 (stator stack); 18—盖端 (rear cap); 19—绝缘片 (insulator); 20—接线板 (terminal ring); 21—定子接线柱 (stator terminal post)。

力矩式差动自整角接收机

torque synchro differential receiver

它接收两个力矩式自整角发送机的电气

信号,并转换成转角输出,该转角输出与两个力矩式自整角发送机的转角的和或差相对应。在力矩式自整角机系统中,主要用来与两个力矩式自整角发送机一起工作。

控制式自整角机

control synchro

控制式自整角机是用于控制式自整角机系统的自整角机。

控制式自整角机有三种类型:控制式自整角发送机、控制式差动自整角发送机以及控制式自整角变压器。

控制式自整角发送机

control synchro transmitter

这种电机可将转子转角变换为与其相对应的电气信号输出。在控制式自整角机系统中,主要用来与控制式自整角变压器一起工作,也可以用来与控制式差动自整角发送机和控制式自整角变压器一起工作,实现信号传递。

控制式差动自整角发送机

control synchro differential
transmitter

这种电机可将控制式自整角发送机的转子转角及其自身转子转角的和或差变换成电气信号输出。在控制式自整角机系统中,主要用来与控制式自整角发送机和控制式自整角变压器一起工作,实现信号传递。

控制式自整角变压器

control synchro transformer

它接收控制式自整角发送机的电气信号,并将其变换成与发送机和变压器之间失调角相对应的电气信号输出的自整角机。在控制式系统中,主要用来与控制式自整角发送机一起工作,也可以用来与控制式自整角发送机和控制式差动自整角发送机一起工作,实现信号传递。

自整角解算器

transolver

该电机结构特点是定子(或转子)具有互相垂直的两相绕组,转子(或定子)具有三相星形绕组。这种电机可以完成控制式自整角发送机和控制式自整角变压器的双重作用。当作为控制式发送机时,两相绕组之一相是输入端,三相绕组是输出端;当作为控制式变压器时,三相绕组是输入端,两相绕组的另一相为输出端。在系统中只通过绕组的变换即可达到发送机或变压器的作用。同时,这种自整角解算器还可以用作将两相旋转变压器系统转换成自整角机系统。

多极自整角机

multipolar synchro

系指极对数大于1的自整角机。转子上采用单相多极绕组,定子上采用三相多极绕组。其安装形式可分为盘式(带轴)和环式(不带轴)两种。电气精度可达 $10''\sim 20''$ 。多极自整角机常用来作为系统精度高于 $1'$ 的电气变速双通道同步随动系统中的精测元件。

双通道自整角机

two speed synchro

双通道自整角机是由不同极对数的两部分同轴组成一体的自整角机,其极对数多的部分称为精机,其极对数少的部分称为粗机。这种电机实际上是精机和粗机的组合电机。

双通道自整角机在结构上可分为:粗、精机具有公共磁路的共磁路结构;粗、精机各具有单独磁路的分磁路结构。

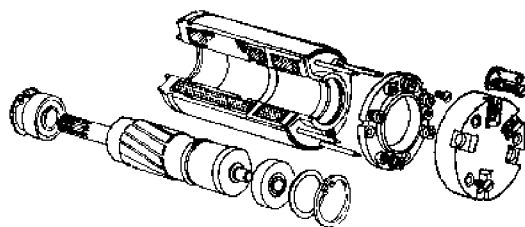
双通道自整角机多用于高精度的电气变速双通道同步联接系统。

无接触式自整角机

brushless synchro

这种自整角机没有电刷和滑环,因此不存在接触不可靠的问题。现有的无接触式自整角机有两种结构:一种是转子绕组电压信号通过电磁耦合与外电源或外接线路联接的;另一种是通过具有轴向磁通的特殊磁路变化完成自整角机功能的无刷控制式自整角

变压器。



无刷控制式自整角变压器

电气零位

null position

系指自整角机输出电压的基波同相分量为零时的转子位置。

基准电气零位

electrical zero position

系指作为基准的电气零位。

零位电压

total null voltage

系指转子处于电气零位时的输出电压。

基波零位电压

fundamental null voltage

系指零位电压的基波分量。

最大输出电压

maximum output voltage

系指在一定激磁条件下,空载输出电压的最大值。

比整步转矩

torque gradient

系指在力矩式自整角机系统中,接收机与发送机在协调位置附近,单位失调角所产生的转矩。

阻尼时间

self-aligning time

系指在力矩式自整角机系统中,接收机自失调位置稳定到协调位置所需的时间。

输出相位移

phase shift

系指输出电压基波分量对激磁电压基波分量的相位差。

电气误差

electrical error

系指实际电气位置与理论电气位置之差。

比电压

voltage gradient

系指自整角变压器在协调位置附近单位失调角的输出电压。

静摩擦力矩

breakaway torque

系指无激磁时,使转子在任意位置开始转动,电机所具有的阻力矩。

旋转变压器

resolver

旋转变压器系交流控制电机,其输出电压与其转子转角成一定的函数关系。在解算装置中,用作计算和调整元件。在信号传递系统中,用作信号控制元件。其类型一般有:正余弦旋转变压器、线性旋转变压器、比例式旋转变压器、特殊函数旋转变压器、多极旋转变压器、双通道旋转变压器、感应整步机和无接触式旋转变压器等。

旋转变压器的主要性能参数有:电气零位、基准电气零位、零位电压、基波零位电压、变比、输出斜率、输出相位差、零位误差、正余弦函数误差、线性误差、电气误差、静摩擦力矩等。

正余弦旋转变压器

sine and cosine resolver

在定子和转子上分别有两个电气上互相垂直的绕组,其输出电压与其转子转角成正弦和余弦函数关系,函数误差可达0.05%。按用途它可分计算用和信号传递用两类。计算用正余弦旋转变压器(computing resolver)在定子上可附加反馈补偿绕组,以减少使用条件变化的影响;数据传递用旋转变压器(data transmission resolver)用以传递与转角相应的电信号。后者按其用途不

同,又可分为旋转变压器发送机、变压器式旋转变压器和差动式旋转变压器。因其使用情况和控制式自整角机系统相似,所以也叫四线自整角机(four wire synchro)。角度传递系统的精度可达2'。

线性旋转变压器

linear resolver

在工作转角范围内,线性旋转变压器的输出电压与转子转角成线性函数关系。对于28°机座以上的线性旋转变压器,其结构和正余弦旋转变压器相似,其变压比约为0.56,当按一定方式接线时,其线性精度在±60°转角范围内可达0.1%,甚至更高。

对于28°机座和更小的线性旋转变压器,因其输出相位移变化太大,不能采用以上结构,故一般用感应电位计(induction potentiometer)。这时,在定子和转子上分别有一输入和输出绕组,输出电压的线性精度在±80°的转角范围内可达0.25%。

比例式旋转变压器

proportional resolver

系指带有锁紧转子位置的装置的旋转变压器,其输出电压可以调整,当锁紧转子时,对应于某一输入电压,其输出电压保持恒定。在解算装置中,用以调整线路比例。

特殊函数旋转变压器

special function resolver

系指具有特殊绕组的旋转变压器。其输出电压可随转角成特殊函数关系,如正割、正切、倒数,平顶函数,以及对数函数、弹道函数等等。在机电解算装置中可代替电位计和劈锥机构,以作为特殊函数变换器。

多极旋转变压器

multipolar resolver

系指极对数大于1的旋转变压器。在转子上有一多极绕组,定子上有两个电气上互相垂直的多极绕组。它有带轴(盘式)和不带轴(环式)两种结构形式,极对数可多至

128, 精度可达 2~5 秒, 它用作高精度轴角模数编码器。

双通道旋转变压器

two speed resolver

系指具有两种极对数的组合旋转变压器。它是双通道系统精通道元件(精机)和粗通道元件(粗机)的组合电机。在结构上可分为粗精机具有公共磁路的共磁路结构;粗精机各具有单独磁路的分磁路结构。在安装形式上可分为带轴(盘式)和不带轴(环式)两种结构。它用于高精度同步随动系统,其系统精度可小于 1', 也可用作电气变速双通道轴角模数转换器。

感应整步机

inductosyn

系指具有印刷绕组的多极旋转变压器。它分为旋转式和直线式两种。在结构上由一定片和一动片所组成,其上均有印刷电路多极绕组。印刷导体间的电感耦合的变化,与定片和动片相对运动的位移成正、余弦函数关系。感应整步机的工作频率一般在 1~10 千赫之间;最大输出电压为几毫伏。旋转式感应整步机的精度可达 0.5 角秒,直线式感应整步机的精度可达 1 微米。感应整步机是极为精密的测量和编码元件。它用于高精度的定位、跟踪和显示、数控系统。

无接触式旋转变压器

brushless resolver

系指没有电刷和滑环,而且具有无限转角的旋转变压器。两极和多极旋转变压器均有无接触式结构。

无接触式两极旋转变压器在结构上附有环形输入变压器,以代替电刷和集电环的导电滑动接触。

无接触式多极旋转变压器有几种不同的结构。其中,一种是电容式旋转变压器(capacitive resolver)(又名电容传感器),其定子和转子上都没有绕组,通过定子和转子间

的电容变化,使输出电压随转子位置的变化成一定的函数关系。另一种是精调旋转变压器(vernier resolver)(又名感应变速器),其转子上没有绕组,在转子和凸极定子极靴表面都有齿槽,两相激磁绕组和两相输出绕组均置于定子大槽中。当转子转动时,气隙磁阻的变化,使输出绕组中感应产生其周期等于齿数的电压。

无接触式旋转变压器由于没有导电接触,所以工作可靠、寿命长。它一般是在使用环境特殊的系统中,用来作为计算和控制元件。

电气零位

null position

系指旋转变压器激磁绕组激磁、交轴绕组短路时,输出电压的基波同相分量为零的转子位置。

变比

transformation ratio

系指在一定激磁条件下,最大空载输出电压的基波分量与激磁电压的基波分量之比。

输出斜率

voltage gradient

系指旋转变压器在一定激磁条件下,每转动单位角度时输出电压的增量。

零位误差

error from electrical zero position

系指实际电气零位与理论电气零位之差。

正余弦函数误差

sine and cosine functional error

系指正余弦旋转变压器输出电压的实际值与对应的理论值之差对最大理论输出电压的比值。

线性误差

linearity error

系指线性旋转变压器在工作转角范围内,输出电压的实际值与对应的理论值之差

对最大理论输出电压的比值。

感应移相器

induction phase shifter

感应移向器是一种交流控制电机，其输出电压的幅值恒定，而相位与转子转角成线性函数关系。感应移相器作为移相元件，常用在测角、测距和随动系统中。

按照感应移相器输入电压相数的不同可分为：单相感应移相器和多相感应移相器；按照感应移相器的极对数不同可分为：一对极感应移相器、多极感应移相器和同机具有两种极对数的双通道感应移相器；按照感应移相器是否具有电刷和滑环可分为：接触式感应移相器和无接触式感应移相器。

单相感应移相器应用较普遍。采用无接触式感应移相器，可以消除因电刷与滑环的滑动接触而产生的无线电干扰，并可提高电机的使用可靠性和寿命。

在室温下，感应移相器可以具有很高的精度。要在很宽的温度变化范围保持其精度，就必须带有恒温器。

感应移相器的最主要性能指标是以相位误差表征的精度。相位误差是输出电压的相位移对极对数之比与其相应的转子实际转角之差。

测速发电机

tachometer generator

测速发电机是将机械转速转换成电信号的控制电机，其输出电信号与转速成正比。它在自动控制系统和计算装置中用作阻尼反馈元件、测速元件和微积分元件。

对测速发电机性能方面的要求是：在很宽的转速范围内，输出电压与转速成线性关系；输出斜率高；当转速为零时，输出电压为零或保持在很小的允许值范围内；在很宽的温度变化范围内性能变化小，机械稳定性高，寿命长等。

通常对作为阻尼反馈元件的测速发电机

的主要要求是惯量小、消耗功率少；对于在稳定转速的装置中作为测速元件的测速发电机，则要求精度较高、性能稳定；对作为微积分元件的测速发电机，则要求精度很高、性能稳定、工作可靠、输出电压不随温度和频率变化等。

测速发电机按其输出电信号的不同，可分为交流测速发电机和直流测速发电机。

交流测速发电机

AC tachometer generator

输出交流电信号的测速发电机称为交流测速发电机。按其电机原理的不同，可分为异步测速发电机、同步测速发电机和感应子式测速发电机。

交流测速发电机的优点是：结构简单，运行可靠；机电时间常数小；噪声小；高转速；高空运转只受轴承和润滑脂的限制；易于组合成伺服-测速机组。其缺点是：存在着输出特性的线性误差、相位误差和剩余电压；输出斜率较小；对于精密型交流测速机进行温度补偿相当困难；温升有一定限制等。

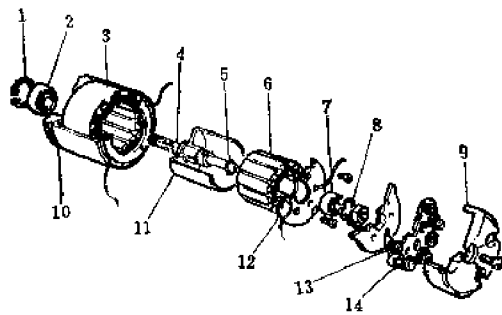
异步测速发电机

induction tachometer generator

异步测速发电机是其输出电压的频率与激磁电压一致、幅值与转速成正比的交流测速发电机。按其转子结构形式的不同，可分为空心杯转子异步测速发电机和鼠笼转子异步测速发电机。虽然鼠笼转子可用作阻尼反馈元件，但因其转子惯量大、输出电压线性误差大、剩余电压高且与转子位置有关，故其应用受到限制。通常多采用空心杯转子异步测速发电机。

空心杯转子异步测速发电机的典型结构如图所示。

对于较大机座号的测速发电机，其内定子与外定子均由铁心叠片叠装而成，输入绕组嵌在内定子上，输出绕组在外定子上，装配时可以调整内、外定子的相对角位置，使



交流异步测速发电机

1—档圈 (circlip); 2—轴承 (bearing); 3—外定子 (outer stator); 4—轴伸 (shaft extension); 5—档圈 (circlip); 6—内定子 (inner stator); 7—轴承 (bearing); 8—档圈 (circlip); 9—端盖 (terminal cover); 10—机壳 (housing); 11—转子杯 (drag cup); 12—内定子支架 (inner stator mounting); 13—接线柱 (terminal); 14—接线板 (terminal board)。

其剩余电压最小。

对于小机座号测速机，其内定子可制成实芯结构，输入绕组与输出绕组均置于外定子上。

空心杯通常由铝制成，对于要求精度高的积分用测速机也可采用其它材料。

空心杯转子异步测速机的工作原理是：由于输出绕组与输入绕组在空间相差 90° 电角度，当空心杯转子静止不动、输入绕组由交流电源激磁时，在输出绕组内不感生电压；当空心杯转子旋转时，则在杯内感生电压，产生涡流。由于涡流产生的交变磁场与激磁磁场互相垂直，因此在输出绕组内感生出一个输出电压。空心杯转子旋转时，合成磁场同向旋转，输出电压与转速近似成线性关系；若电机反转，则输出电压反相。

同步测速发电机

synchronous tachometer generator

同步测速发电机是输出电压的幅值与频率均与转速成正比的交流测速发电机。虽然这种测速发电机在结构上最简单，但因其输出电压的频率也随转速变化，故不适合用于自动控制系统，而多用于电力传动系统中来测量转速。

直流测速发电机

DC tachometer generator

直流测速发电机是输出直流电信号的测速发电机。

直流测速机的主要优点是：输出斜率大；不存在相位误差；零转速时输出电压为零；没有剩余电压；温度补偿比较简便等。其缺点是：由于在结构上有电刷和换向器，故在某些环境条件（如高空、高温、高真空等）下使用受到限制；滑动接触产生无线电干扰；摩擦力矩增大；输出电压的脉动成分可能影响伺服放大器特性。

直流测速发电机可大致按下表分类：

直流测速发电机	传统的鼓形电枢 直流测速发电机	电磁式直流 测速发电机
	杯形电枢直流测 速发电机	永磁式直流 测速发电机
	印刷绕组直流测 速发电机	

杯形电枢直流测速发电机和印刷绕组直流测速发电机是两种低惯量测速机，由于它们具有输出电压脉动小、噪声低等一系列优点，故在一些电子设备中的应用日益广泛。

电磁式直流测速发电机

DC tachometer generator with separate excitation

电磁式直流测速发电机是由外电源建立激磁磁场的直流测速发电机。

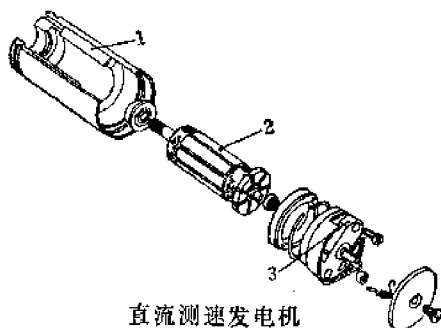
电磁式直流测速发电机在结构上与普通的小型直流电机没有多少差别，其定转子铁心由电工钢片叠装而成。电机由外电源激磁。当转子静止不动时，没有输出电压；当转子转动时，在电枢绕组中感生电势，经换向器和电刷输出直流电压，其值与转速成正比。

永磁式直流测速发电机

DC permanent magnet tachometer generator

永磁式直流测速发电机是由永磁体建立磁场的直流测速发电机。其工作原理和结构

与他激式直流测速发电机相差不多,其区别仅在于它是由永磁材料来建立磁场的。其性能特点是:不需要激磁电源;输出受温度变化的影响较小。



直流测速发电机

1—永磁 (permanent magnet); 2—电枢 (armature); 3—刷架 (brushgear)。

输出特性

output voltage-speed characteristic

系指测速发电机在一定激磁和负载条件下,输出电压与转速的关系。

剩余电压

residual voltage

系指在一定激磁条件下,转子不转时的输出电压。

基波剩余电压

fundamental residual voltage

系指剩余电压中的基波分量。

谐波剩余电压

harmonic residual voltage

系指剩余电压中的谐波分量。

输出斜率

voltage gradient

系指测速发电机在一定激磁条件下,单位转速产生的输出电压。

线性误差

linearity error

系指测速发电机在工作转速范围内,输出电压与理想输出电压之差对最大理想输出电压之比。

不灵敏区

dead zone

系指直流测速发电机由于换向器和电刷的接触下降而导致输出斜率显著下降的转速范围。

波纹系数

ripple coefficient

系指直流测速发电机在一定转速下,输出电压交变分量的有效值与输出电压的直流分量之比。

伺服电动机

servomotor

伺服电动机在自动控制系统中作为执行元件,将输入的电信号转变为转轴的机械转动,所以又称为执行电动机。它的性能特点是:具有直线(或近似直线)的机械特性和调节特性;对输入电信号能快速反应并且输入电信号一消失就能立即停转,灵敏度高。

伺服电动机具有两套绕组:(一)激磁绕组,经常接在电压恒定的电网上;(二)控制绕组,接受输入的控制电信号。

伺服电动机根据系统电源不同,分为交流伺服电动机和直流伺服电动机两大类。

交流伺服电动机

AC servomotor

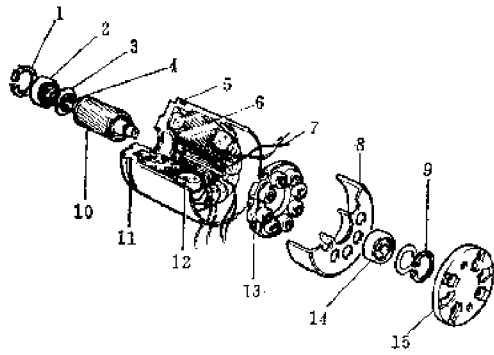
交流伺服电动机是用交流电信号控制的伺服电动机(如图所示)。在自动控制系统中通常采用的交流伺服电动机是两相感应电动机,即两相伺服电动机。

交流伺服电动机结构简单、工作可靠、使用寿命长、维护简便,但效率较低,其机械特性只是近似于直线。交流伺服电动机通常用于一般的小功率伺服系统,特别是用在交流伺服系统中。

两相伺服电动机

two-phase servomotor

两相伺服电动机按其转子结构可分为鼠笼转子两相伺服电动机、空心杯转子两相伺服电动机和实心转子两相伺服电动机。实际上,应用较多的是前两种。



交流伺服电动机

1—挡圈 (circlip); 2—轴承 (bearing); 3—垫圈 (washer); 4—轴伸 (shaft extension); 5—机壳 (housing); 6—定子 (stator); 7—引出线 (lead wires); 8—后端盖 (rear cap); 9—挡圈 (circlip); 10—转子 (rotor); 11—凸台 (spigots); 12—定子绕组 (stator winding); 13—接线板 (terminal moulding); 14—轴承 (bearing); 15—护盖 (terminal cap)。

鼠笼转子两相伺服电动机 (squirrel cage type servomotor) 在结构上同普通感应电动机差异不大, 只是转子细长、惯量小; 转子电阻较大, 以使其机械特性接近直线; 转子上采用斜槽灌注鼠笼条, 以减小齿槽效应。

空心杯转子两相伺服电动机 (drag cup type servomotor) 的结构特点是转子由金属制成薄壁的“茶杯”形状, 一端开口, 杯底有孔, 使其固定在转轴上。

在性能上, 鼠笼转子两相伺服电动机由于定子和转子间的气隙小, 故输出转矩较大、效率较高, 但转子的转动惯量较大、反应灵敏度较低; 而空心杯转子两相伺服电动机由于定子和转子间的气隙大, 故输出转矩较小、效率较低, 但因转子的转动惯量小、反应灵敏度稍高、而且没有齿槽效应。

惯性阻尼伺服电动机

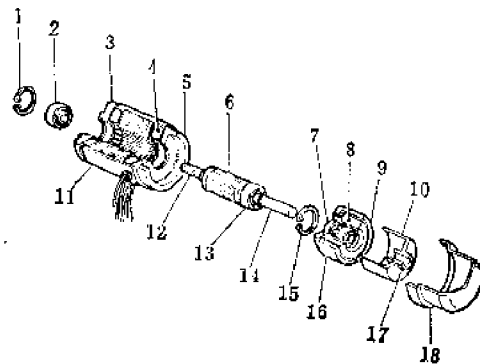
inertially damped servomotor

惯性阻尼伺服电动机是带惯性阻尼器的鼠笼转子两相伺服电动机。其结构如图所示。惯性阻尼器由永磁体和金属材料的空心杯组成。永磁体用精密轴承装在电动机的后轴伸

上, 将空心杯作刚性固定。永磁体包括一个外磁铁和一个内磁铁, 空心杯可在内、外磁铁的气隙中转动。

阻尼器的作用是产生惯性阻尼, 抑制电动机产生振荡。电动机匀速旋转时, 阻尼器随转轴同速旋转, 电动机除克服阻尼器轴承上很小的摩擦外, 几乎不因阻尼器而消耗输出功率、降低转速。电动机加速运转时, 由于永磁体不能瞬时跟随上电动机的速度变化, 故永磁体与空心杯之间存在相对运动, 从而在空心杯内产生涡流, 起阻尼作用。实际上, 惯性阻尼器的作用是将储存于振荡中的能量转变为热能消耗来抑制振荡。

惯性阻尼伺服电动机多用于稳定性要求稍高的低加速度伺服系统中。



惯性阻尼伺服电动机

1—挡圈 (circlip); 2—轴承 (bearing); 3—机壳 (housing); 4—定子绕组 (stator winding); 5—机壳装配止口 (extended rear cap); 6—转子 (rotor); 7—装惯性轮轴承 (inertia wheel runs on bearings on shaft); 8—内磁铁 (magnet inner); 9—外磁铁 (magnet outer); 10—空心杯 (drag cup); 11—伺服电动机本体 (normal servomotor body); 12—轴伸 (shaft extension); 13—轴承 (bearing); 14—后轴伸 (rear shaft); 15—挡圈 (circlip); 16—惯性轮 (inertia wheel); 17—固定轴 (hub secured to shaft); 18—端盖 (cover)。

直流伺服电动机

DC servomotor

直流伺服电动机是用直流电信号控制的伺服电动机。这类电动机在性能上优于交流

伺服电动机：瞬时过载能力强；由于机械特性与调节特性是直线，故运转稳定；效率较高；无自转等。所以，这类电动机在要求电动机体积小、效率高、精度较高的伺服系统中得到广泛应用。

这类电动机的缺点是：由于在结构上有电刷和换向器，它们之间存在滑动接触，往往产生换向火花，故引起无线电干扰，使用寿命受到限制，维护与检修较繁等。

按其电枢结构，直流伺服电动机可分为：传统的鼓形电枢直流伺服电动机、空心杯电枢直流伺服电动机、无槽电枢直流伺服电动机和印刷绕组直流伺服电动机。

传统的鼓形电枢直流伺服电动机又可分为电磁式与永磁式。在电磁式直流伺服电动机中，他激式直流伺服电动机在自动控制系统中应用最多。

他激式直流伺服电动机

DC shunt servomotor

他激式直流伺服电动机是由外电源建立激磁磁场的直流伺服电动机。在结构上它和普通的他激直流电动机相同。

他激式直流伺服电动机的控制方法有两种：电枢控制和磁极控制。

电枢控制的优点是：可以得到接近理想的直线性的机械特性和调节特性；因电枢电感小，故时间常数小、反应快；另外，还有利于保护电刷和换向器。

磁极控制的优点是：控制功率较小；低电压控制时电机的利用较好。

一般说来，电枢控制优于磁极控制。

永磁式直流伺服电动机

DC permanent magnet servomotor

永磁式直流伺服电动机是由永磁体建立激磁磁场的直流伺服电动机。在结构上，其电枢与他激式直流伺服电动机相同，只是定子由永久磁铁制成。在性能上，这类电动机相当于恒定激磁磁场下电枢控制的他激式直

流伺服电动机。

永磁式直流伺服电动机具有一系列显著优点：结构简单、尺寸小；由于省去了激磁功率，故消耗功率较小；由于采用高能永磁材料，在气隙中可得到很高的磁通密度，因而效率较高。

空心杯电枢直流伺服电动机

DC moving coil servomotor

空心杯电枢直流伺服电动机是一种低惯量电动机。近年来，在自动控制系统和测量装置、电子计算机外部设备以及一些电子设备中得到相当广泛的应用。

在结构上，空心杯电枢直流伺服电动机是一种永磁直流电动机，其特点是电枢上没有铁芯，带绝缘的导线直接编织成空心的花篮状电枢，装在转轴上。它有一个外定子和一个内定子。通常，外定子为高能积永磁材料制成的两个半月形铁芯，内定子由软磁材料制成圆柱形。

这种电动机的性能特点是：转子的转动惯量很小，转矩与惯量之比很大，可以得到很高的加速度，灵敏度高，可快速动作，便于稳速和调速；由于这种电动机的电枢上没有铁心，电枢的电感很小，故换向容易，几乎不产生火花，损耗小，效率高。

无槽电枢直流伺服电动机

DC slotless armature servomotor

无槽电枢直流伺服电动机是一种大功率的低惯量伺服电动机。它主要用于计算机外部设备、数控机床以及雷达天线驱动等方面。

这种电动机可作成他激式或永磁式，用调节电枢电压来控制转速。它与传统的直流伺服电动机在结构上的不同之处在于：电枢采用无槽铁心和表面绕组。电枢细长，其铁心通常由电工钢片叠压而成，铁心上无槽。电枢绕组用电绝缘性能、耐热性能及粘接性能都较好的合成树脂直接粘结在电枢铁心表面上，利用玻璃丝带加固，以增强抗离心力。

转轴用特殊钢制成，能经受很大的转矩。

功率较小的无槽电枢直流伺服电动机的定子采用高质永磁材料，而功率较大者则采用软磁叠片铁心结构。

这种电动机的性能特点是：由于电枢细长，故转动惯量小；由于采用表面绕组，电枢的电感小，故电气时间常数小（约为传统直流电动机的十分之一），而且无槽齿效应，瞬时过载能力很强，最大输出转矩可比额定转矩大十倍。

印刷绕组直流伺服电动机

DC printed circuit servomotor

印刷绕组直流伺服电动机是一种低惯量电动机。它适用于低电压以及要求速率变化大和转矩大的系统中。目前，已应用于磁带机、雷达天线驱动等方面。这种电动机的基本原理是：利用转子圆盘上印刷电路内的电流在磁场中受力而使转子连续旋转。转子圆盘通常由塑料或其它绝缘材料制成，两面用印制线路的方法制成电枢绕组。定子由永久磁铁和前后轭铁组成，磁铁在圆盘的一侧。

印刷绕组直流伺服电动机的特点是：转子重量轻，机械惯量小；由于电枢没有铁心，电枢的电感很小，因而可以做到无火花换向；若在转子圆盘上加内阻尼，可制成低速印刷绕组直流电动机。

无刷直流伺服电动机

DC brushless servomotor

无刷直流伺服电动机是没有电刷和换向器的直流伺服电动机。其结构特点是：利用转子位置检测器和电子开关线路来代替电刷和换向器。其工作原理是：电动机接通电源后，由于位置检测器和电子开关线路的分配作用，使各绕组按一定规律通电，从而在定子内产生阶跃式旋转磁场，带动转子转动。

由于无刷直流伺服电动机既有直流伺服电动机的特性又有交流电动机那样结构简单、维护方便等优点，因而被广泛用于宇宙

飞行、航海、通信和各工业部门中。

伺服电动机的堵转转矩

stall torque of servomotor

系指伺服电动机在一定输入条件下，转子堵转时所测最小转矩。

空载始动电压

starting voltage

系指在一定激磁和空载条件下，使转子在任意位置开始连续旋转所需的最小控制电压。

空载转速

no load speed

系指在一定输入条件下，空载时的稳态转速。

调节特性

relation between control voltage and speed

系指在一定的激磁和负载转矩条件下，转速与控制电压幅值或相位的关系。

机械特性

torque-speed characteristic

系指在一定输入条件下，转速与转矩的关系。

理想机械特性

ideal torque-speed characteristic

系指通过空载转速点和堵转转矩点成直线的机械特性。

机械特性的非线性度

nonlinearity of torque-speed characteristic

系指在一定输入条件下，实际机械特性与理想机械特性之间转速之差对空载转速的比值。

机电时间常数

time constant

系指在空载和额定激磁条件下，加以阶跃的额定控制电压，转速由零升到空载转速的63.2%所需的时间。

力矩电动机

torque motor

力矩电动机是可以连续工作在堵转状态、能直接驱动负载以输出转矩为主要特征的低速伺服电动机。由于这种电动机的一系列优点,故广泛用于要求高转矩、高精度及快速动作的伺服系统中(如飞机导航、导弹的制导、雷达天线驱动等方面),而在一些工业部门中的应用也日益推广。

力矩电动机的基本原理与普通的直流电机和交流电机没有多大差别,它是普通电机的特殊设计。

力矩电动机可分为交流力矩电动机和直流力矩电动机。

交流力矩电动机

AC torque motor

用交流电信号控制的力矩电动机称为交流力矩电动机。

通常将三相鼠笼型感应电动机或两相实心转子感应电动机特殊设计成交流力矩电动机。在要求不用换向器和电刷的使用条件(如需防爆或空气污染较严重)下,交流力矩电动机的优点就比较显著。另外,由于交流力矩电动机的制造成本比直流力矩电动机低,加上其机械特性软,故适合于需要张力控制的场合(如绕线机、造纸机、纺织机等)。因此,在一般工业中应用颇多。

交流力矩电动机的缺点是:在一定输出转矩下消耗功率多,控制线路复杂。

直流力矩电动机

DC torque motor

用直流电控制的力矩电动机称为直流力矩电动机。

直流力矩电动机通常由转子、定子和刷架装置三部分组成。常作成轴向长度小而径向尺寸大的“薄饼”式结构。转子是带换向器的绕线转子,转子上有一个很大的内孔,可直接装在负载轴上。定子是由永磁材料制

成的。没有机壳、端盖和轴承。

直流力矩电动机特别适用于尺寸、重量、控制功率及反应时间必须最小而控制精度要求很高的伺服系统中。它的性能特点是:能够在极低的转速下正常运转;因输出力矩大,故可以直接驱动负载,不需要经过齿轮传动;由于取消了齿轮,没有齿隙的影响,因而加强了传动链的刚度,使系统允许有较大的增益而不致谐振。在有齿轮传动的系统里,电机的惯性(折算到负载)和齿轮的惯性,相对负载而言是较大的,而在直接传动系统中,电机惯性相对负载就较小了。此外,直流力矩电动机还具有快速反应、分辨率高、线性度高以及运转稳定可靠等优点。

无刷直流力矩电动机

DC brushless torque motor

无刷直流力矩电动机是一种没有换向器和电刷的直流力矩电动机。由于它用所谓“电子换向器”代替了普通直流力矩电动机中换向器与电刷的滑动接触,因此,它不但具有直流力矩电动机的特点,而且纹波转矩低、没有无线电干扰、工作可靠、使用寿命长。这种电动机特别适合于在一些特殊环境(诸如高温、高空及高真空等)下使用。

力矩电动机的堵转转矩

stall torque of torque motor

系指力矩电动机在一定输入条件下,转子堵转时的输出转矩。

转矩波动系数

ripple torque coefficient

系指转子在一周范围内转矩最大值与最小值之差对其和之比。

峰值堵转转矩

peak torque

系指永磁式直流力矩电动机受磁钢去磁作用限制的最大堵转转矩。

峰值堵转电流

current at peak torque

系指永磁式直流力矩电动机产生峰值堵转转矩时的电枢电流。

峰值堵转电压

voltage at peak torque

系指永磁式直流力矩电动机产生峰值堵转转矩时的电枢电压。

峰值堵转控制功率

power input stalled at peak torque

系指永磁式直流力矩电动机产生峰值堵转转矩时的控制功率。

连续堵转转矩

continuous torque at stall

系指电机连续堵转时, 稳定温升不超过允许值所能输出的最大堵转转矩。

连续堵转电流

current at continuous torque

系指产生连续堵转转矩时的电枢电流。

连续堵转电压

voltage at continuous torque

系指产生连续堵转转矩时的电枢电压。

连续堵转控制功率

power at continuous torque

系指产生连续堵转转矩时的控制功率。

转矩灵敏度

torque sensitivity

系指在一定激磁条件下, 单位控制电流产生的堵转转矩。

反电势系数

back EMF coefficient

系指在一定激磁条件下, 单位转速产生的电枢电势。

最大空载转速

maximum non-load speed

系指空载时加以峰值堵转电压所达到的稳定转速。

步进电动机

stepping motor

步进电动机是一种将电气脉冲信号转换

成机械角位移或线位移的可控的机电伺服元件。转换成角位移的称为旋转式步进电动机; 转换成线位移的称为直线步进电动机; 能够转换成平面坐标上任一位置的称为平面型步进电动机; 能够转换成空间任一位置的称为立体型步进电动机。

所谓“步进”是指: 在绕组上只要施加一个电脉冲, 电机就旋转一步或移动一步, 加两个脉冲就走两步, 加几个脉冲就走几步。其机械位移量与脉冲数在误差范围内严格成正比。

步进电动机按原理可分为: 电磁式、反应式、永磁或感应子式、压电式。按相数可分为: 单相、两相、三相、四相等, 原则上可以做成任意相的步进电动机。

步进电动机一般都是在数字程序控制系统中用作伺服元件, 例如在数控线切割机床、数控铣床中, 用其带动刀架实现数字控制。它也可以用在其它一些断续控制的系统与仪表中。

步进电动机的结构与普通电机结构基本上相同。

反应式步进电动机

variable reluctance stepping motor

它是靠电动机的反应力矩转动的步进电动机。它是步进电动机的一种主要结构形式。它的转子上有小齿, 定子上有大极, 大极上有小齿。若定、转子齿相对位置不同, 则磁导也不同。当定子绕组激磁时, 由于定转子小齿之间磁导的变化, 致使气隙磁场能量变化, 从而形成转矩。这个转矩称为反应力矩。

它的特点是: 步距小; 起动频率与运行频率高; 控制功率大; 结构简单。它广泛应用于各种程序数字控制系统中。

永磁式步进电动机

permanent magnet stepping motor

它是步进电动机的一种。其转子一般是由永久磁钢构成的。若在定子绕组轮流通以

电脉冲,则在气隙内形成沿一定方向移动的磁场,从而带动转子转动。它可以做成两相、三相、四相及多相等。它的特点是:激磁功率较小;步距大;起动频率与运行频率都较低,而转速并不低。它一般用在需要较小激磁功率和大步距的系统及设备中。

感应子式步进电动机

inductor type stepping motor

它在结构上与反应式步进电动机唯一不同是在转子上或定子上加了一个永久磁钢。它的特点是:控制功率小;步距小;起动频率和运行频率都很高。它广泛应用在各种程序数字控制系统中。

电液式步进电动机

stepping motor with hydraulic pump

步进电动机与液压扭矩放大器组成一个整体,称为电液式步进电动机。

因为步进电动机力矩较小,故用它来控制液压扭矩放大器,然后,再用液压扭矩放大器拖动工作对象。这样一来,用一个较小功率的步进电动机,就可以带动较大功率的拖动对象。它一般是用在数控铣床与其它机床中。

组合电机

small electric machine combined in one unit

组合电机是把在线路中密切联系的几个控制微电机(或以控制微电机为主体,结合一部分与其密切关联的系统线路)组装在同一机壳或底座里。它是使分系统线路实现组件化的一个途径。由于微电机向组件化发展,从而使结构紧凑、线路的设计和调试简化、有利于提高系统的性能指标。由于控制微电机的用途广泛,组合电机的品种也有很大的发展。下述仅为组合电机的几种类型:

交流伺服-测速机组:交流伺服电动机和反馈测速发电机同轴装在同一机壳里,用作伺服元件。如图所示。

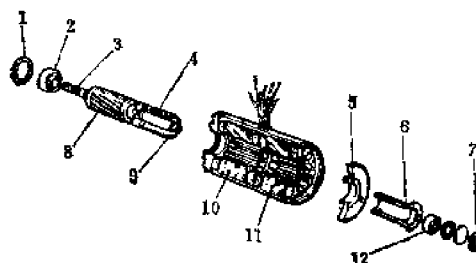
自整角变压器-伺服电动机组:有时它和附加的齿轮组和伺服放大器组装在同一底座上,用于信号传递系统。

旋转变压器-伺服电动机:有时它和附加齿轮组和伺服放大器组装在同一底座上,用作矢量的合成或分解。

无接触式力矩电动机-测速发电机组或力矩电动机-测速发电机-自整角机(或旋转变压器)组:它用作方位扫描和跟踪。

自整角发送机-旋转变压器-感应移相器组:它用于测角系统。

此外,如双通道自整角机、双通道旋转变压器、双通道感应移相等,都是组合电机的类型,通道开关线路和伺服环节亦可组合在一起。



交流伺服-测速机组

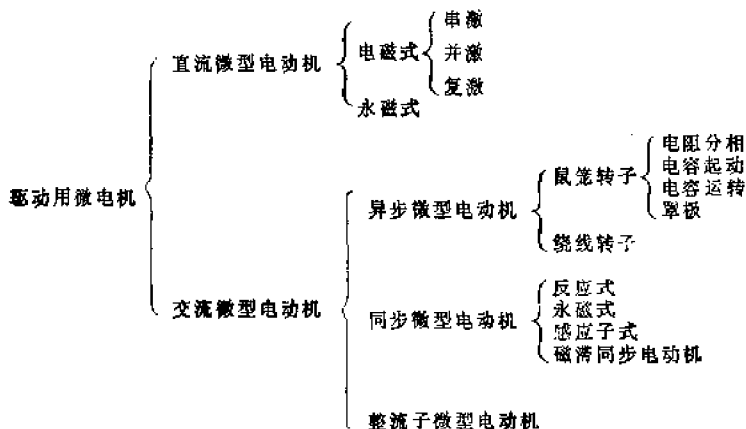
- 1—挡圈 (circlip); 2—轴承 (bearing); 3—轴伸 (shaft extension); 4—空心杯 (drag cup); 5—端盖 (rear cap); 6—内定子 (inner stator); 7—挡圈 (circlip); 8—转子 (rotor); 9—轴承座 (bearing seating); 10—电动机定子 (motor stator); 11—测速机定子 (tachometer stator); 12—轴承 (bearing)。

驱动用微电机

small driving motor

驱动用微电机,通常泛指除伺服电动机以外的各种直流和交流微型电动机。它包括在一些自动装置中经常用到的永磁直流微型电动机、直流稳速电动机、磁滞同步电动机和通风电动机等。这类微电机在机床、机械装置、仪器仪表中应用很广;在无线电电子装备中,它也常用来作为辅助的驱动元件。

驱动用微电机可大致按下表分类:



直流微型电动机的优点是：输出转矩较大；效率较高，其中，永磁直流微型电动机尤为突出。其缺点是：结构复杂，存在无线电干扰；寿命较短。

异步微型电动机又称为微型感应电动机，其优点是：结构简单；成本低廉；噪声低；无线电干扰小；使用简便可靠；易于维修。

同步微型电动机具有固定的转速，不因负载大小而发生变化。

交流整流子微型电动机，其结构和特性与电磁式直流微型电动机基本上相同，所不同的是它由交流电源供电，因而便于使用。

磁滞同步电动机

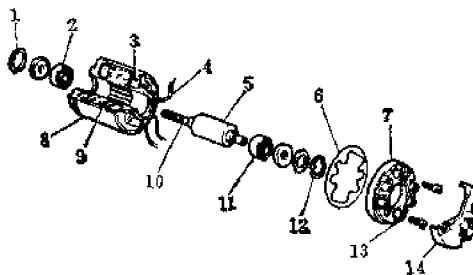
hysteresis synchronous motor

它是微型同步电机的一种。磁滞同步电动机（如图所示）的定子和其它异步电机一样。其转子部分主要用磁滞材料（如铁钴钒、铁钴钼、铁钴锰、铝镍钴等）作成，无绕组、无槽、无磁极，可作成实心 and 空心圆环两种结构。

磁滞电机的特点是：1）无论电源电压和负载（不超过同步力矩）如何变化，只要电源频率不变电机的转速就能保持恒定不变；2）不仅可以在同步状态下稳定工作，也可以在异步状态下稳定工作；3）因转子无槽，故噪声低；4）一般来说，该类电动机效率较低。

磁滞同步电机宜于用在恒速和低噪声的同步传动装置中（如磁带录音机、录像机及自动记录仪等）。

为了提高电动机效率，缩小电机尺寸，目前又出现了高效率磁滞同步机（主要减小谐波损耗），永磁磁滞同步电动机和磁滞永磁同步电动机。为了增加电动机的同步转矩，也可制成反应式磁滞同步电动机。



磁滞同步电动机

1—挡圈 (circlip); 2—轴承 (bearing); 3—定子绕组 (stator winding); 4—引出线 (lead wires); 5—转子 (rotor); 6—绝缘片 (insulator); 7—接线板 (terminal moulding); 8—机壳 (housing); 9—定子 (stator); 10—轴伸 (shaft extension); 11—轴承 (bearing); 12—挡圈 (circlip); 13—接线柱 (terminal); 14—护盖 (terminal cover)。

直流稳速电动机

DC constant speed motor

直流稳速电动机是带稳速器的直流电动机。稳速器的作用是：当外加电压和负载力矩等在一定范围内变化时，使电动机保持转速恒定。稳速器通常有电子式和机械式两种。

电子式稳速器多采用晶体管稳速电路；机械式稳速器以离心开关式稳速器最为多见。晶体管稳速电路用于无刷直流电动机，可将稳速电路与电子换向电路结合起来，虽增加元件数量不多，却可得到很高的稳速精度。

直流稳速电动机可分为永磁式直流稳速电动机、电磁式直流稳速电动机、印刷绕组直流稳速电动机及无刷直流稳速电动机等。

直流稳速电动机的一个主要性能指标是稳速误差。稳速误差是指电压与负载力矩等在一定范围内变化时转速与额定转差对额定转速之比。

通风电动机

fan and blower for cooling electronic equipment

通风电动机是一种驱风冷却元件，用来冷却各种无线电电子设备或单个元件。

通风电动机的基本结构包括电动机和风扇两部分。

通风电动机也有直流和交流两大类；根据风扇形式，它又可分为轴流式和离心式两种。

交流通风电动机多采用电容分相的单相异步电动机。它一般做成鼠笼式外转子结构，也可做成内转子结构。风扇可固定在转子外表面上，也可安装在转轴上。

直流通风电动机可做成永磁式和串激式，结构与一般的直流微型电动机相似，只是转轴上组装了一个风扇。

交流通风电动机较直流机结构简单、可靠性高。

通风电动机的主要指标是风压和风量。风压表征克服通风系统内阻力的能力；风量

表征空气流量的多少，流量越大，冷却效果越好。

轴流式通风电动机

axial fan

这种通风电机的气流流向是轴向式的。它的特点是风量集中、风压较高。它适于给发热元件进行集中冷却。

离心式通风电动机

centrifugal blower

这种通风电机是靠离心力的作用将气体送出。它既可作抽风用，也可作吹风用。它或者给设备通风冷却，或者将设备内的热空气抽出，使冷空气进入，从而达到冷却目的。

电源电机

electrical convertors and generators

电源电机包括各种变换机和移动电源用的微型发电机。它在无线电装备中用作直接电源。

变换机是用以变换电能特性的电机。它分为：升压机、变频机和变流机等几类。升压机是使低压直流电能变换为高压直流电能的电机，其电枢上有两个或两个以上绕组，一个绕组起着电动机的作用，其它绕组则起着发电机的作用，可输出一个或几个直流电压。变频机是用以变换频率的电机，其结构和线绕转子感应电机相似，转子由原动机拖动，输出不同频率的电压。变流机是将直流变换为交流的电机，它是直流电动机和交流发电机的组合电机。变换机多用在航空装备中，其容量达几千瓦，属于中小型电机范围。

微型发电机分直流发电机、交流发电机和手摇发电机几类。它在无线电装备中用作移动电源和专用局部电源。

六、变 压 器

1. 变压器的基本类型

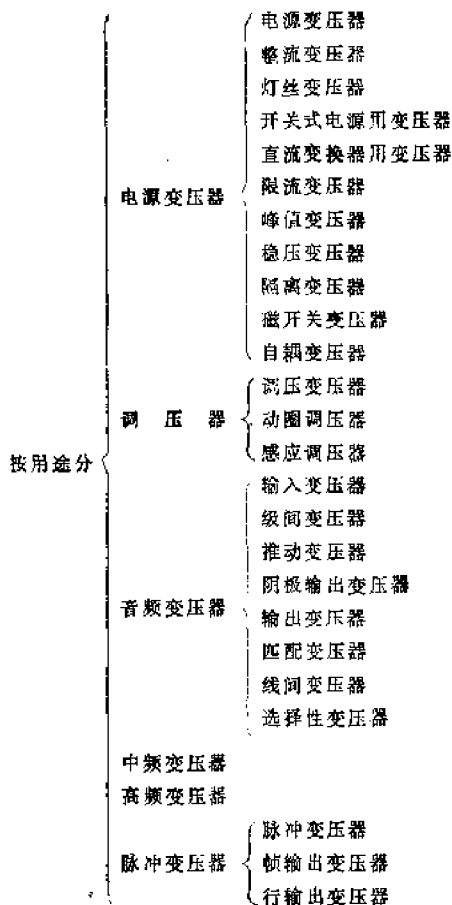
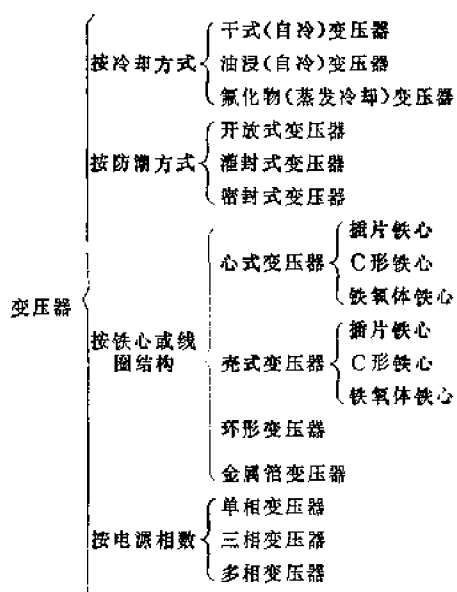
变压器

transformer

变压器是变换电压、电流和阻抗的器件。它是利用电磁感应的原理制成的。当初级加上交流电源电压后,在铁心中产生交变磁通,从而在次级上产生感应电压。由于是利用磁耦合来达到变换电压的目的,因而在初级和次级之间没有电的连接,这样就可以较好地分隔两个回路。在理想情况下,初、次级的电压与初、次级的线圈匝数成正比,初、次级的电流与初、次级的线圈匝数成反比,初、次级的阻抗与初、次级线圈匝数的平方成正比。

一般变压器主要由铁心和线圈(又叫线包)两部分组成。线圈有两个或更多的绕组,接电源的绕组叫初级,其余的绕组叫次级。

根据不同的分类方法,电子设备中使用的变压器可分为以下类别:



采用变压器后,虽然达到了对电压、电流和阻抗进行变换的目的,但增加了电子设备的体积、重量,产生了杂散磁场干扰。因此,在研制新型的电子设备变压器时,应力求体积小、重量轻、成本低;同时,也要考虑在电路中少用或不用变压器的可能性。

变压器的主要参数有:电压比、电压调整率、铜阻、效率、温升、抗电强度等。不同类型的变压器又各有一些特殊要求。

电子设备用的变压器应该有足够长的寿命。对低压变压器来说,决定寿命的主要因素是热老化,绝缘系统长期在高的温度下工

作时, 由于漆膜挥发、绝缘材料脆化、开裂, 因而产生电击穿。工作温度每增加 $8\sim 10^{\circ}\text{C}$, 寿命就会降低一倍。对高压变压器来说, 电晕放电往往是决定寿命的主要因素; 存在电晕放电的变压器的寿命长短与工作频率、电晕放电强度、绝缘材料的耐电晕性、工作电场强度等有关。为了保证高压变压器的寿命, 应避免出现电晕放电现象。

在各种环境条件中, 对变压器可靠性影响最大的是潮湿。防潮性能不好的变压器长期暴露在湿热的气候条件下, 会出现绝缘电阻严重下降、绝缘击穿、烧毁等故障。在比较重要的无线电产品上使用的变压器, 必须采取有效的防潮措施。

干式(自冷)变压器

dry type transformer

用固体绝缘材料来绝缘的变压器叫干式变压器。它较适于作中小功率变压器。

油浸式(自冷)变压器

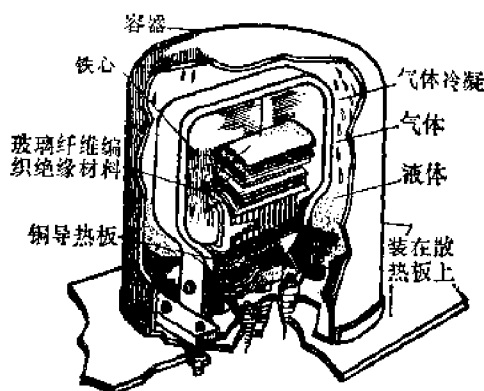
oil immersed transformer

功率较大的变压器为了改善冷却条件, 电压很高的变压器为了解决绝缘的问题, 往往将其浸入变压器油内, 并且放入密闭的金属油箱中。这种变压器叫油浸式变压器。

氟化物(蒸发冷却)变压器

fluorochemical transformer

变压器放入能承受较大气压的铸钢外罩内, 罩内盛入一定体积的氟化物液体, 这种变压器称为氟化物(蒸发冷却)变压器(如图所示)。在这种变压器中, 由于氟化物液体在一定温度下汽化时吸收大量热能, 从而大大改善了变压器的冷却条件。汽化后的氟化物气体在外罩表面冷却后重新凝固为液体。此外, 氟外物液体与氟化物气体的绝缘性能非常好, 因而不仅大大改善了冷却条件, 也提高了变压器的绝缘性能。



氟化物变压器

开放式变压器

open type transformer

它是不采取特别防护措施的干式变压器。这类变压器在恶劣气候条件下容易受潮而产生腐蚀断线、绝缘电阻降低、击穿、烧毁等故障。但由于它的成本低廉, 因而在一般气候条件下使用的民用品中仍广泛采用。

灌封式变压器

encapsulated transformer

用各种树脂灌封的变压器, 具有良好的防潮效果, 能在恶劣的气候条件下使用。这种变压器与金属罩密封的变压器相比, 重量轻、体积小、可以提高可靠性, 因而在较重要的无线电设备中得到广泛采用。

常见的灌封材料有环氧树脂、聚酯树脂、硅橡胶等。灌封的工艺方式有裹复、端面灌封、线圈灌注、变压器整体灌注等。

密封式变压器

hermetically sealed transformers

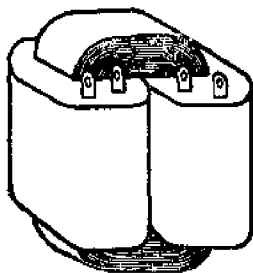
sealed transformer

变压器放在密闭的金属罩中, 出头引线通过焊接在金属罩上的玻璃绝缘子或陶瓷绝缘子引出, 这种变压器称为密封式变压器。这类结构的防潮效果最好, 过去在军用无线电设备中采用较广泛。但由于它的体积大、重量重、结构复杂等, 故目前它的应用已远不如灌封式变压器那样广泛。

心式变压器

core type transformer

用心式铁心制成的变压器叫心式变压器。它有两只线包(如图所示),初级绕组分为相等的两部分,各自分绕在铁心的一条腿上,次级绕组的配置应使两腿的伏安值尽可能平衡。心式变压器的优点是:由于杂散磁场能对消,故磁干扰小(当两边的伏安值平衡时);线圈散热面大;因平均匝长短,故铜阻小、用铜少。

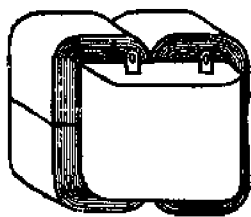


心式变压器

壳式变压器

shell type transformer

用壳式铁心制成的变压器叫壳式变压器(如图所示)。壳式变压器在性能上的某些优点虽不如心式变压器,但对功率很小的变压器来说,由于只有一只线包,结构上较为简单,故在小功率的变压器上仍得到广泛采用。



壳式变压器

环形变压器

toroidal transformer

它是一种具有圆环形铁心的变压器。它的铁心是用硅钢带或坡莫合金等带料按辗延方向卷绕而成,或用其他导磁材料如铁氧体等制成。利用环形绕线机将导线穿绕在铁心

上。与一般的壳式或心式变压器相比,环形变压器具有以下优点:外界干扰大大降低;铜和铁用量减少,重量减轻;磁阻小。

金属箔变压器

wafer transformer

其线圈用金属箔绕成的变压器称为金属箔变压器。目前它有三种类型:用无绝缘的铜箔垫入薄的绝缘材料一起卷绕;用表面涂有漆的铜箔或铝箔卷绕;用表面有绝缘氧化膜的铝箔卷绕。它的优点是:导体占空系数大;导热条件好;卷绕工艺简单。

电源变压器

power transformer

电源变压器有狭义的和广义的两种意义。一般小型无线电设备电源部分只有一只变压器,它具有供整流电路用的高压绕组,又有供灯丝加热用的灯丝低压绕组,狭义的电源变压器仅指这一类变压器。在大、中型无线电设备中,电源部分比较复杂,往往使用较多种类和较多数量的变压器。这时,电源变压器就成了电源部分所采用的各种变压器的通称。

无线电设备电源部分所用的变压器的分类如下:

电源部分使用的变压器	电源变压器
	整流变压器(阳极变压器)
	灯丝变压器
	隔离变压器
	开关式电源用电源变压器
	直流变换器用电源变压器
	其它特种变压器

对一只电源变压器来说,主要的技术指标有:工作温度等级、额定功率、额定频率、温升、额定电压和电压比、电压调整率、绝缘性能和防潮性能。对某些无线电设备来说,还要力求减小电源变压器所产生的杂散磁场的干扰,有时需要在电源变压器外加上短路环或磁屏蔽罩。为了防止电源线传来的各种干扰,往往在电源变压器初、次级之间加入

静电屏蔽层。

整流变压器

rectifier transformer

次级电压供给整流器的变压器件叫整流变压器或阳极变压器。中小功率的整流变压器与一般电源变压器的技术要求相同。大功率的整流变压器则要求有较大的漏感,以保证当次级短路时不致由于强大的短路电流产生的机械应力而造成变压器线圈的变形和损坏。整流变压器有时用三相电源,可以大大减小整流后的平滑滤波器的体积。

由于整流变压器线圈内电流的波形和导通角是由不同的整流电路决定的,故它的初、次级电压、电流的换算关系要根据整流电路的特点来决定。

阳极变压器

anode transformer

即“整流变压器”。

开关式电源用电源变压器

power transformer in switching-mode power supply

一般电源用的硅钢铁心电源变压器很笨重,在电子设备中占的体积、重量比例很大。为了进一步使电子设备小型化,近年来研制出了开关式电源。市电电源直接整流(不用变压器),然后用大功率晶体三极管将直流转换为25千赫~50千赫频率的方波,通过一只采用铁氧体磁心的电源变压器按需要变换出不同电压后供给电子设备。

这种变压器的特点是:采用铁氧体磁心,而且体积小、重量轻;工作频率高于音频,无噪声。目前能达到的功率为几百瓦。

直流变换器用变压器

DC converter transformer

它是一种供晶体管直流电压变换器使用的变压器。其工作频率一般在几百赫到几千赫之间,其电压波形为方波,使用的磁性材料常见的为铁氧体(当频率为几千赫时)或

冷轧硅钢带与镍铁合金(当频率为几百赫时)。

这种变压器工作时,磁通密度总是工作于磁性材料的饱和状态。

灯丝变压器

filament transformer

灯丝变压器用于把市电电压降低到电子管灯丝电压的额定值,以供灯丝加热。灯丝电压要求较准确,因为电压偏低或偏高时,不能保证电子管的各项参数,并将使电子管寿命缩短。高压整流管的灯丝变压器次级对地有较高的直流电位,其绝缘应能承受高压。

限流变压器

current limiting transformer

它是用于大功率电子管的灯丝电源的变压器。由于大功率电子管的灯丝一般都是多股钨丝,冷却时灯丝电阻仅为灼热时的1/14;如果直接加以额定电压,则灯丝电流将为额定电流的14倍。这样将使灯丝受到很大的冲击,也会使灯丝因过热而损坏。为了防止启动电流过大,所以用这种具有漏感大的限流变压器,使启动电流不超过额定值的150%或200%。

峰值变压器

peak transformer

这种变压器的次级电压在每半个周期中有一跳跃式的升高,而所占的时间却非常短,电压波形好像一个尖峰(如图1所示),所以称为峰值变压器或巅值变压器。

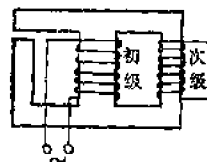


图1 峰值变压器次级线圈电压波形



图2 峰值变压器简图

它的作用原理是：由于放置次级线圈的一个铁心柱特别细，磁通很快就达到饱和（如图2所示），在磁通突变的过程中，就会在次级感应出一个尖峰形的电压来。

峰值变压器用来控制闸流管的着火电压。闸流管原先由于固定栅偏压而不能导电。当峰值变压器次级的尖峰电压加到栅极后，栅极电压便达到着火电压，管子开始导电。这样，便可借控制峰值变压器的相位来控制闸流管的着火时间，并控制高压整流器直流输出电压的大小。

稳压变压器

voltage stabilizing transformer

它有时也称为磁饱和稳压器或铁磁谐振式稳压器。它是以变压器为主的一种交流稳压器。它利用铁磁谐振特性来达到稳压的目的，常与电容器组合起来，以改善稳压特性，提高功率因数。

这类稳压器的优点是简单可靠。其缺点是电源频率变化和负载电流变化时，稳压特性有变化。因它的输出波形不好，因此，若对输出波形要求高时，则应加入滤波器。此外，它的杂散磁场对周围的电子设备也有干扰。

当电源电压变化 $\pm 10\%$ 时，这类稳压器输出电压的变化约为 $(\pm 1 \sim \pm 3)\%$ 。

隔离变压器

isolating transformer

有时为了减小干扰、保证安全或由于其它原因，常在其初、次级之间有一层静电屏蔽层，并将其接地。这种接在电源和电子设备之间的变压器，称为隔离变压器。其常见

的用途有：1）减低电源线上来的干扰信号，使电子设备能正常工作；2）作为减低某些电子设备（如可控硅设备）本身所产生的对其它电子设备的干扰的措施之一；3）通常电源是“不平衡（或不对称）”的，即一端为地线，一端为“火”线，在某些特殊电路中，要求电源是平衡的（或对称的），也需要采用隔离变压器；4）作为某些低压电器的一种安全措施，初级对屏蔽层之间即使绝缘击穿，220伏电压也只会对地短路，而不致影响到人身能接触到的与次级连接的低压电器。

磁开关变压器

magnetic switching transformer

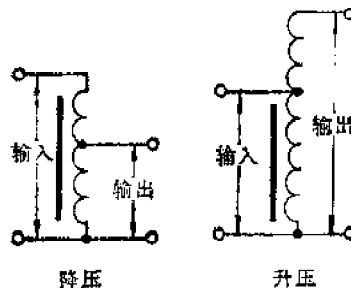
雷达脉冲调制器交流谐振充电电路中，有这样一种变压器，它除了变换电压外，还起开关元件的作用，通常称它为磁开关变压器。

变压器的磁开关作用是利用矩磁材料的磁性而获得的：当变压器铁心处于非饱和状态时，相当于开关断开，当变压器处于饱和状态时，相当于开关接通。若周期性地控制铁心所处的磁状态，则可以得到周期性的开关作用。

自耦变压器

auto-transformer

自耦变压器只有一个线圈，其输入端和输出端有电的直接联系，不能分隔为两个分离的回路（如图所示）。在输入和输出不需要分隔开的条件下降低或升高电压时，采用



自耦变压器示意图

自耦变压器往往比较经济,输出电压和输入电压愈接近,经济效果愈明显。

调压器

voltage regulator

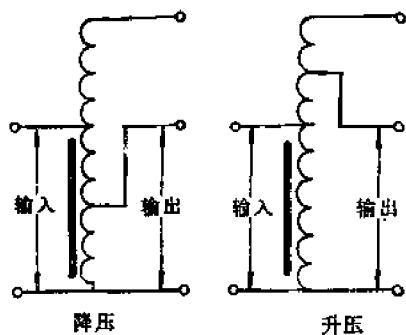
调压器是在一定范围内连续平滑地调节电压的电器。按其工作原理与结构型式不同,它可分为调压变压器(接触调压器)、移圈调压器和感应调压器等。

调压变压器

regulating auto-transformer

它的电气原理与自耦变压器相似。利用炭刷作滑动接点,它与经过加工的平整光洁的线圈平面紧密接触,并平滑移动,以改变输入与输出之间的匝数比,从而平滑、连续地调整输出电压。如图所示。

它体积小、结构简单、技术经济指标高、波形好,但经过较长期的使用之后,炭刷易产生接触不良的现象。它适用于中小功率的情况。



调压变压器示意图

接触调压器

contact voltage regulator

即“调压变压器”。

移圈调压器

moving coil voltage regulator

移圈调压器的工作原理是:利用一只短路圈上下移动,来抵消两只工作线圈(定圈)中某一只的磁通,从而改变输入电压在两只工作线圈上的分配,最后改变输出电压。其调

压范围的最低点不能从零开始,对于380伏电压用的移圈调压器,其调压范围是38~420伏。它的优点是:电压可连续调节;输出电压波形好;输入和输出电压无相位差。缺点是体积较大。

感应调压器

induction voltage regulator

它相当于一个制动的绕线式感应电机。其调压工作原理是:通过改变定子与转子之间的角位移来改变定子与转子绕组电压的相位差,从而改变两电压的向量和,连续平滑地调整输出电压。其优点是:功率可以达到几千千伏安;技术经济指标较好。其缺点是:在调整电压时,输入电压与输出电压之间的相位也随着变化。

音频变压器

audio frequency transformer

音频变压器是音频放大电路中所用的各种变压器的通称。它在电路中最主要的作用是使阻抗匹配。音频变压器的各项电气指标在很大程度上决定了放大器的指标。

对音频变压器的主要技术要求是:变压比、频率特性、非线性失真、磁屏蔽和静电屏蔽、效率。决定上述指标的变压器参数是:铜阻、自感、漏感、分布电容。

要保证良好的频率特性,就要有较大的自感、较小的漏感和分布电容。为了减小漏感和分布电容,对音频变压器的线圈往往采用某些特殊的绕法。

音频变压器大致分为:输入变压器、级间变压器、推动变压器、输出变压器、调幅变压器、匹配变压器、线间变压器、阴极输出变压器等。

输入变压器

input transformer

输入变压器是接在放大器输入端的音频变压器。它的初级接到传输电缆(如广播、通信设备中)或话筒,次级接到放大器第一

级的栅极或基极。它的作用主要是升高信号电压，并且保证放大器输入阻抗与传输线或话筒阻抗匹配。这类变压器的输入信号电平都比较低，往往需要磁屏蔽和静电屏蔽。初级接话筒的叫话筒变压器。输入变压器的铁心常用坡莫合金和高磁导率铁氧体制成。

习惯上也把晶体管收音机低放级与功放级之间的变压器也叫作输入变压器，实际上这种变压器属于级间变压器。

级间变压器

interstage transformer

级间变压器是接在放大器的两级之间的音频变压器。它除了变换音频信号电压、保证阻抗匹配之外，同时还能起到使电路上的单端变推挽的作用，从而可以代替反相（或倒相）级的作用。在电子管放大电路中，这类变压器已很少使用，而在晶体管放大电路中使用较多，最常见的是用在晶体管收音机、扩大机中低放级与功放级之间（习惯称为输入变压器），这时，它的初级常是单端电路，而次级则往往接推挽电路。

推动变压器

driving transformer

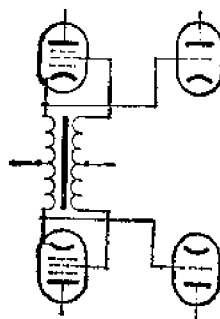
在老式的大、中功率电子管放大电路中，当功放级工作于有栅流的状态时，为了减小栅流引起的失真，需要力求减小推动级的输出阻抗，因此，在推动级与功放级之间接入一只降压变压器，把推动级输出阻抗变换为较低的数值，这种变压器叫推动变压器。

由于较新式的放大电路中都采用了阴极输出电路，从而能大大降低推动级的输出阻抗，因此，在要求音质较高的、较新的放大器中，一般不再采用推动变压器。

阴极输出变压器

cathode follower transformer

为了提高效率，推动级（阴极输出级）采用甲乙类放大，因此，阴极负载需用电感而不用电阻。阴极输出级的输出信号是不经



阴极输出变压器示意图

过变压器而直接输出的，如图所示，末级栅极信号直接取自阴极输出级的阴极，故变压器初级只起一只阻流圈的作用。此外，五极管的工作原理要求帘栅极与阴极处于相同的交流电位，因此，需要有第二组线圈，其圈数与初级圈数完全相等，将与阴极交流电压相等的电压送到帘栅极，以保证帘栅极与阴极处于相同的交流电位。

输出变压器

output transformer

接在放大器输出端的变压器通称为输出变压器。它的初级接电子管或晶体管，次级接传输线或扬声器。

输出变压器的主要作用是：把较低的负载（传输线或扬声器）阻抗变换为适合电子管或晶体管需要的最佳阻抗；同时，由于初、次级是分离的，故在电子管电路中，初级的直流高压不会加到次级和负载上，从而保证了使用的安全。

由于普通电子管收音机的输出变压器初级有直流电流通过，因而其铁心中有空气隙，可以减低直流磁化的影响，改善低频频率特性，减小低频失真。

近年来在晶体管收音机中已有部分产品采用无输出变压器的电路。在电子管收音机中也有不用输出变压器的。

调幅变压器

modulating transformer

发射机中，用放大的音频信号去调制

高频信号,要通过调幅变压器。有的通信设备用栅极调制,其音频功率很小,这样的调幅变压器与一般小功率输出变压器没有什么区别。要求电声指标较高、功率较大的发射机一般采用板极调制,板极调制用的调幅变压器一般功率较大,电指标要求较高。它的功率从几百瓦到几千千瓦,它的频带宽度最宽的可从40赫到12000赫。它的特点是:电压高,自感量大,漏感小,初级两臂之间耦合要紧密、要平衡。这类大型调幅变压器在电气计算上有其特点,但在结构与制造上与电力工业的变压器相似。大功率的调幅变压器常是油浸式的,中功率的调幅变压器则采用树脂浇注。

匹配变压器

impedance matching transformer

这类变压器往往只用在广播、电视系统中。当两段阻抗不同的传输电缆联结时(例如600欧的电缆与150欧的电缆),就需要用一只匹配变压器来变换阻抗(例如把150欧变换到600欧),以使线路匹配。

线间变压器

line transformer

有线广播机或大功率扩音机一般都带动数量较多的扬声器,并且扬声器距离扩音机相当远,输送线相当长。为了减小输送线上的功率损耗,一般都用比较高的电压(如120伏、240伏、480伏)送到输送线上,待传送到用户后,再用降压变压器把电压降低到扬声器音圈所需要的数值,这样的变压器就叫线间变压器。它与电子管收音机输出变压器相比,虽然次级都接至扬声器,但它的初级不是接到电子管,所以它的初级没有直流电流和直流高压。这样一来,它的铁心中就不需要空气隙,铁心的尺寸也可以较小。

选择性变压器

selective transformer

它是在选择性放大电路中使用的变压

器。变压器初级自感与一定的电容构成谐振回路,从而得到一定的选择性;同时,它还能起到变换电压、阻抗和隔断直流电压等作用。

中频变压器

medium frequency transformer

中频变压器是超外差式收音机中频放大器的重要器件,它的主要技术指标为:通频带宽度、增益、选择性。

中频变压器由电感电容调谐回路构成,广播收音机的中频变压器一般都调谐到465千赫,并且其电感或电容应能在一定范围内略作调整。

电子管收音机用的中频变压器的结构有两种。一种是电感固定,电容可调。电感用多股线绕成空心的蜂房线圈,其结构如图1所示。另一种是电容固定、电感可调,线圈内装有螺纹磁心,可以通过调节该磁心在线圈内的位置来调节电感。用磁心的中频变压器的品质因数较高。其结构如图2所示。

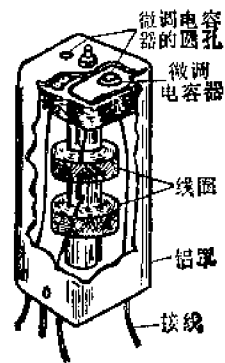


图1 电感固定、电容可调的中频变压器

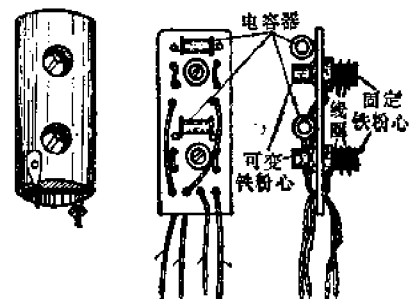


图2 电容固定、电感可调的中频变压器

晶体管收音机的中频变压器要求体积小,同时还要保证足够高的品质因素。采用紧耦合的闭合式磁路,从而可以减小磁阻,可以大大缩小体积;此外,由于磁通限制在闭合磁路内,很少进入到它外面的金属屏蔽罩,因而减小了屏蔽罩对中频变压器品质因素的影响。它的结构如图3所示。晶体管收音机的中频变压器一般都用单股高强度漆包线绕成,通过调节磁帽位置来调节电感。

中频变压器有双调谐式和单调谐式两种。单调谐式只有一个调谐回路,它的体积小、结构简单,但选择性不够好、通频带较窄。双调谐式具有两个调谐回路,它的通频带较宽、选择性较好。

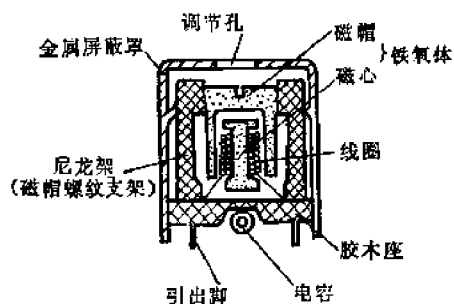


图3 晶体管收音机中频变压器

陶瓷中频变压器

ceramic medium frequency transformer

它是用压电陶瓷制成的一种滤波器。目前已在某些晶体管中频放大级内用它来代替原来的中频变压器。它的体积小、重量轻、品质因素高。它的谐振频率为 465 ± 2 千赫,频带宽度可达10千赫。

脉冲变压器

pulse transformer

它是用来传输脉冲信号的一种变压器。在雷达、电视、导航等无线电技术中,它已广泛地用于匹配、升高或降低脉冲电压、改变脉冲极性和隔离直流电位等。

一般对脉冲变压器的主要要求是:传输脉冲波形时,没有波形失真(畸变),即当

有一定形状的脉冲输入到脉冲变压器时,其输出端能得到一个形状完全相同(电压幅度和极性可以不同)的脉冲波形。

脉冲变压器的主要设计参数有:脉冲宽度、重复频率、脉冲源阻抗、脉冲电压和电流、波形失真(包括前沿、后沿和顶部降落)等。

高压大功率脉冲变压器多用油浸式的,低压中、小功率的多用干式的(开放式或用环氧树脂灌注)。

脉冲变压器结构与普通变压器结构类似。它主要由铁心和线圈两大部分组成。其导线常用高强度漆包线及丝纱包线,对于铁心材料,大功率的脉冲变压器多用硅钢带或板;中小功率的多用铁镍合金或铁氧体。

帧输出变压器

frame output transformer

它是接在电视设备帧扫描电路输出级与帧偏转线圈之间的变压器。只要对变压器圈数比进行变换,输出管只需要供给较小的电流就可在偏转线圈中得到所需的较大的电流。帧输出变压器的主要技术要求是自感要足够大,否则图像的垂直线性就不好。对变压器的效率也应有一定要求,若效率过低,则铜阻太大,会影响到光栅的垂直幅度。它的工作频率低,铁心用一般硅钢板或硅钢带。在结构上、制造上,它都和一般音频输出变压器相同。

行输出变压器

line output transformer

行输出变压器是接在电视设备行扫描电路输出级的变压器。它的主要作用有两方面:一方面,使行偏转线圈与行输出管匹配。对行输出管只要供给较小的电流,那么,只要对变压器圈数比进行变换,就可在行偏转线圈中得到所需的较大的电流;另一方面,变压器的高压线包将行扫描逆程产生的高压升高到需要的数值,经过整流后供给显像管。

专业用的某些电视设备中的行输出变压器有时没有高压线包。

行输出变压器的某些参数会影响电视设备的图像指标。例如, 变压器的自感的大小以及接行偏转线圈的抽头圈数的选择, 将会影响光栅的水平幅度和水平线性; 变压器的漏感和分布电容有时产生所谓振铃效应(即一定形式的振荡), 使电视机荧光屏左端出现垂直的黑白条纹。行输出变压器较常出现的故障是, 高压线包被击穿烧毁。

行输出变压器的铁心均采用铁氧体。它要求损耗低、并且在较高的工作温度和磁通密度时磁导率较为稳定。

近年来, 在一些新型电视接收机中采用了无电源变压器电路。这种电路中的行输出变压器次级增加了一组或几组低压线圈, 经整流滤波后, 供给电视接收机各部分的直流电流。这种电路中的行输出变压器一般不采用自耦式, 以便与市电电源隔离, 避免机壳带电。

2. 变压器的结构及材料

铁心

iron core

由于铁心的磁导率高, 故在变压器中使用铁心就能用很小的电能来产生所需的交变磁通, 或以较少的圈数来得到所需的电感量。因此, 除工作频率较高的变压器外, 一般变压器都具有铁心。铁心由磁导率较高的软磁材料制成, 一般要求它的磁导率高、损耗小、磁感应强度高。由于铁心损耗与工作频率有关, 因此, 随着频率的不同, 制造铁心所用的材料也不同。

电源变压器的工作频率一般约为 50~1000 赫。它往往采用电工硅钢板或硅钢带, 其厚度常用的有 0.35、0.2、0.08 毫米等。

音频变压器的工作频率从几十赫到若干千赫, 一般也采用电工硅钢带或硅钢板。低

电平的音频变压器由于工作磁通密度很低, 要求在低磁通密度下也具有高磁导率, 故常采用坡莫合金或高磁导率铁氧体。

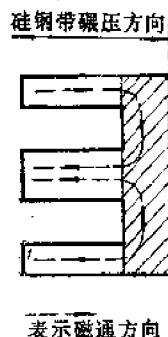
中频和高频变压器的工作频率由几百千赫到若干兆赫。它一般采用铁氧体材料作心。

脉冲变压器常用很薄的冷轧电工硅钢带作铁心, 小脉冲变压器也采用铁氧体和镍铁合金。

冲制铁心片

punched lamination

将硅钢板冲制成 E、I 形或 U、I 形的片子, 插入线包内, 交错搭叠(对变压器)或对叠(对阻流圈或有直流磁化的音频变压器)。这类铁心一般多采用热轧硅钢板。若采用质量好的晶粒取向冷轧硅钢板时, 则如图所示, 阴影部分磁通走向与材料辗压方向不一致, 从而使磁性能下降。因此, 对变压器体积、重量要求较严格的产品中, 已很少采用这类铁心, 而采用 C 形铁心。



E 形硅钢片磁通走向示意图

插片铁心

punched lamination

即“冲制铁心片”。

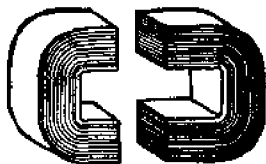
C 形铁心

C core

为了有效地利用晶粒取向冷轧硅钢带的优点, 使铁心内磁通走向与硅钢带辗压方向一致, 故广泛使用图示的 C 形铁心。把涂有粘接剂的硅钢带卷成形后, 进行热处理, 以消除卷绕过程中的机械应力的影响。同时, 在

热处理过程中, 粘接剂将卷绕好的铁心胶合为一个整体, 经过浸漆后切开即成为C形铁芯。C形铁心在生产上具有材料利用率高、工装简单等优点。由于其电磁性能良好, 用它制造的变压器, 不仅体积小、重量轻, 而且能节约大量的金属材料 (铜线和硅钢带), 提高电性能, 减小空载电流和空载损耗, 提高效率。

也有不用卷绕法, 而用模压法来制造C形铁心。这种工艺的缺点是生产效率低、工装较复杂、笨重。其优点是外形较为规则。



C形铁心

卷绕切割铁心

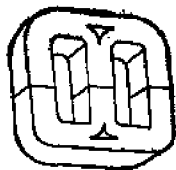
wound-cut core

即“C形铁心”。

三相E形铁心

threephase E-core

其基本工艺和优点见“C形铁心”。但它是供三相变压器用。其外形如图所示。



三相E形铁心外形

心式铁心

core type core

心式铁心一般有两个线包, 每条腿上各一只线包, 心式铁心的结构又分C形铁心 (图1所示) 和冲制 (插片) 铁心 (图2所示) 两种。见“心式变压器”。

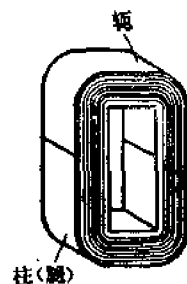


图1 C形心式铁心

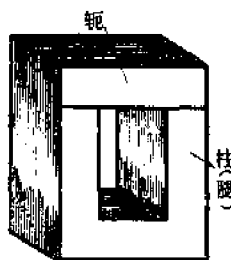


图2 冲制(插片)心式铁心

壳式铁心

shell type core

壳式铁心的磁通经过铁心中间腿后分向两边。壳式铁心中间腿的截面比两边大, 通常是两边的截面的两倍。某些冲制 (插片) 壳式铁心为了省铜, 将四周截面放宽, 因而有用的磁通密度较高, 但铁心及变压器的体积、重量增大。壳式铁心可分为两种: C形壳式铁心 (图1) 和冲制 (插片) 壳式铁心 (图2)。

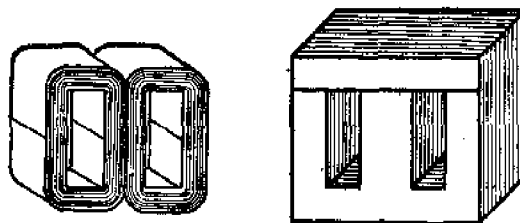


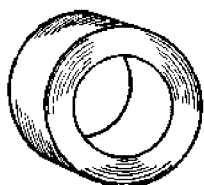
图1 C形壳式铁心 图2 冲制(插片)壳式铁心

环形铁心

toroidal core

用环形铁心制成的变压器叫环形变压器 (如图所示)。环形铁心在电磁性能上的优点与C形铁心基本相同, 但由于它不需切开,

故铁心加工更简便, 在使用效果上, 空载电流和铁心损耗比C形铁心更小, 变压器所产生的杂散磁场也较弱。但环形铁心的线圈绕制工艺比C形铁心复杂一些。



环形铁心

铁氧体磁心

ferrite core

铁氧体材料的饱和磁通较低, 不适于用作一般的电源变压器, 但其优点是初始磁导率高、损耗小, 适于作音频、中频和高频变压器。音频变压器用的铁氧体磁心主要要求初始磁导率高。目前已生产的这种磁心的初始磁导率有 2000 高斯/奥斯特、4000 高斯/奥斯特和 10000 高斯/奥斯特, 并制成了 E 形或罐形磁心。中频和高频变压器用的铁氧体主要要求其损耗小, 对其初始磁导率的要求则较低, 往往制成棒形、螺纹形或环形。

新出现的开关式电源中所用的电源变压器和部分直流变换器的电源变压器, 也用铁氧体作磁心。

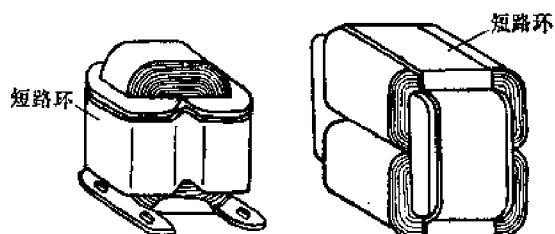
磁屏蔽

magnetic shield

电源变压器磁屏蔽的目的是使电源变压器产生的杂散磁场不影响或少影响周围的其它器件。采用心式铁心变压器(图 a), 由于其两边线圈产生的杂散磁场在空间中有相互抵消的作用, 故可以减小杂散磁场的干扰。也可以在变压器外再加一层用铜皮制成的短路环(图 b), 或在变压器外面加一层磁导率高的磁性材料制成的外罩, 一般用钢板制成, 要求很高的也用坡莫合金。

对音频变压器来说, 磁屏蔽的目的是防止外界的杂散磁场进入音频变压器。音频变

压器若采用心式铁心, 可以大大减小外界杂散磁场对它的干扰。也可以在变压器外面加上钢板或镍铁合金制成的屏蔽罩。



(a) 心式变压器

(b) 壳式变压器

电源变压器的磁屏蔽

静电屏蔽

electrostatic shield

由市电电源线传来的各种高频干扰信号能通过变压器初级与次级之间的分布电容而进入次级; 同样, 与次级相连的电路中的干扰信号也能以同样方式进入初级电路。为了防止这种干扰, 在初、次级之间垫入一层铜皮, 也可以绕一层漆包线来代替铜皮(使接口处绝缘, 以免成为短路圈), 并将它接地, 使干扰信号经过屏蔽层到地, 这样一来, 初、次级之间的静电耦合也被隔开, 这就是静电屏蔽。

冷轧硅钢带(板)

cold-rolled silicon steel tape(sheet)

冷轧硅钢带常用来卷绕 C 形或环形铁心, 而冷轧硅钢板则用来冲制铁心片。由于冷轧硅钢带和硅钢板具有高的磁导率和低损耗, 故无线电设备用的变压器较多地采用这种材料, 这样就能使变压器体积小、重量轻、效率高。

冷轧硅钢带通常为“晶粒取向”的, 在使用时磁通走向应与材料辗压方向一致, 这样才能得到最好的效果。因此, 用这种材料卷绕成 C 形铁心或环形铁心能有效地发挥这种材料的特点。有时也用它来冲制铁心片, 此时, 在铁心片的局部地区磁通走向与材料辗压方向不一致, 因而磁性将下降(见“冲

制铁心片”)。

冷轧硅钢板也有“无取向”的,但其性能差,一般在电机中采用,而变压器铁心不采用。

热轧硅钢板

hot-rolled silicon steel sheet

热轧硅钢板的磁导率和磁感应强度较低、损耗较大,因而用它制成的变压器体积大、重量重、效率低。由于铜线和硅钢板材料用量较大,价格也不便宜,故目前在无线电产品中采用愈来愈少,它只用来冲制铁心片,用在收音机这类产品的电源变压器和输出变压器上。

恒磁导合金

constant magneto-conductivity alloy

具有低剩磁、高磁导率特性的恒磁导合金,是一种新型的软磁材料。其磁导率可以在一定的磁场范围、一定的温度和频率范围内基本恒定。此特性是在采用了横向磁场热处理方法之后获得的。

这种材料可以用来作为滤波阻流圈、小功率脉冲变压器、恒电感元件、输出变压器等的铁心,它可以减小这些元件的体积和重量。若用于小功率脉冲变压器中,则可以获得比硅钢高的磁导率及磁感应增量值。

高频电磁线

litz wire

它就是多股绝缘线,也叫利兹线。

它由多股漆包线扭绞后,外包天然丝。通常用来绕制中频和高频的中波波段内的各种变压器和线圈,例如中频变压器、磁性天线、振荡线圈等。用多股绝缘线的目的是为了减小高频时的趋肤效应;外面包一层或两层丝是为了减小分布电容和便于在蜂房绕线机上绕线。

自粘性漆包线

self-binding enamel wire

在漆包线的外层再涂上一层环氧基的或

热塑性的自粘层,称之为自粘性漆包线。用这种线缠绕的线圈,在一定温度和时间条件下,环氧基漆膜软化并互相粘合,最后固化。固化后的线圈在一定温度范围内,能承受一定机械应力。此种线适于制造有特殊成型要求的线圈,如无骨架线圈。电视设备中,显象管用的偏转线圈常用自粘性漆包线制成。

绝缘漆

insulating varnish

电工上用的绝缘漆按用途可分为三类:浸润用的、涂刷用的及胶粘用的。绝缘材料或金属经过绝缘漆处理以后,能够增强防潮、热导、电气绝缘等性能;并能使结构牢固、产品美观。对绝缘漆的特殊要求决定于不同用途。一般的要求是绝缘性能高、吸湿性低。

玻璃漆布

impregnated glass-fiber cloth

系指用玻璃纤维织成,并用不同绝缘漆浸渍处理的玻璃布。玻璃漆布的电性能由其浸渍漆决定。用有机硅漆浸渍的,其工作温度可达180℃,吸水性极小。用环氧漆或醇酸漆浸渍的,其工作温度可达130℃。

3. 电源变压器的

主要技术要求

(工作)温度等级

temperature grade

由于一般的电源变压器在工作时都有不同程度的发热,而变压器的绝缘材料寿命是由温度决定的(当绝缘系统内不存在电晕放电时),因此,对采用的某一种绝缘系统,必须规定它的允许工作温度。在无线电工业的电源变压器中较常采用的有下列五个工作温度等级:

代号	A	E	B	F	H
温度(°C)	105	120	130	155	180

此外,还有在特种环境下使用的高温变压器,其工作温度为250℃、500℃,甚至更高。

环境温度

ambient temperature

变压器的环境温度是指变压器所装入的电气设备在加电工作后，机内温度上升到稳定时的机内温度。

温升

temperature rise

变压器的温升主要指线圈的温升，因为它决定绝缘系统的寿命。温升是指变压器加电工作发热后，温度上升到稳定值时，比周围的环境温度升高了多少。

额定功率

rated power

变压器的额定功率是指在规定的频率和电压下，变压器能长期工作而不超过规定温升时的输出功率。由于变压器的负载不一定是电阻性的，故也常用伏安来表示变压器的容量。

额定伏安

rated VA

即“额定功率”。

额定频率

rated frequency

变压器铁心中的磁通密度与频率有关，故电源变压器要按照其使用的频率来设计。在使用时，应按规定的频率使用，这种频率称为额定频率。电源频率常见的为50赫、400赫，也有用1千赫或更高的。

额定电压

rated voltage

额定电压就是在变压器的线圈上所允许施加的电压，工作时不得大于规定值。

电压比

voltage ratio

电压比是指变压器初级电压与次级电压的比值，它有两种表示方式：一种只说明比值，如1:2；另一种则同时说明额定电压，如220伏/440伏表示初级额定电压为220伏，

次级电压为440伏。

电压比有空载电压比和负载电压比的区别。由于变压器线圈有铜阻，当电流流过时会产生电压降，因此，接上负载以后，次级电压就比空载时要低。不接负载时的电压比称为空载电压比，接上负载后且当温升到稳定值时的电压比称为负载电压比。愈小的变压器铜阻愈大，其负载电压比就比空载电压比低得愈多。中小功率的电源变压器的负载电压比低于空载电压比约百分之几到百分之十几。

电压调整率

voltage regulation

电压调整率就是用百分比来表示变压器负载电压与空载电压的差别，较常用的定义

$$\text{电压调整率} = \frac{\text{空载电压} - \text{负载电压}}{\text{空载电压}} \times 100\%$$

电源变压器的电压调整率对无线电设备的影响主要表现在两方面：当负载电流变化时，变压器线圈铜阻上的电压降也随着变化，因而变压器次级输出电压也随着负载电流而变化，例如发电报的设备或乙类音频放大器等电源就有这种情况；此外，即使负载是固定不变的，当变压器环境温度变化和本身温升上升时，变压器线圈铜阻的变化也将引起输出电压发生变化。鉴于上述两方面的情况，故需要根据不同用途而对变压器的电压调整率加以规定。

空载电流

no-load current

变压器次级开路时，初级仍有一定的电流，这部分电流叫做空载电流。这是由于在铁心中建立磁通和补偿空载损耗需要一定的能量。空载电流的主要部分系供产生磁通用，叫做磁化电流，另一部分系由铁心的损耗引起，叫做铁损电流。对50赫电源用的变压器来说，空载电流的大小基本上等于磁化电流。

磁化电流

magnetizing current

见“空载电流”。

空载损耗

no-load loss

变压器次级开路时,在初级测得的功率损耗叫作空载损耗。它的主要部分是铁心的损耗,其次是占比例很小的初级线圈铜耗(空载电流在初级线圈铜阻上产生的损耗)。对于较大的变压器,有时可用铁损来代表空载损耗。

铁心损耗

core loss

见“空载损耗”。

铁耗

iron loss

即“铁心损耗”。

效率

efficiency

电源变压器的效率是它的输出功率与输入功率的比值。

$$\begin{aligned}\text{效率} &= \frac{\text{输出功率}}{\text{输入功率}} \times 100\% \\ &= \frac{\text{输出功率}}{\text{输出功率} + \text{铜耗} + \text{铁耗}} \times 100\%\end{aligned}$$

抗电强度

dielectric withstanding voltage

为了保证变压器的长期安全使用,变压器各线圈对铁心或各线圈之间的绝缘应能在一定时间内承受较工作电压为高的电压而不被击穿。通常在变压器上施加几秒钟到一分钟较高的试验电压,变压器能承受此电压的程度叫作抗电强度。

绝缘电阻

insulation resistance

理想的变压器的各组线圈之间和各组线圈对铁心(或安装配件、机壳)之间在电气

上应是完全绝缘的。但是,由于变压器使用的绝缘材料本身的绝缘性能并不是“理想的”,当在这些绝缘层上施加一定电压时,还会有一定的漏电流,因而不能达到完全的电气上的绝缘。绝缘电阻是施加的电压与漏电流的比值,

$$\text{绝缘电阻} = \frac{\text{施加电压(伏)}}{\text{漏电流(微安)}} (\text{兆欧})$$

绝缘电阻的高低,可在一定程度上说明变压器的绝缘性能。如果变压器的各绕组之间以及各绕组对铁心(或安装配件、机壳)之间的绝缘电阻过低,可能出现电子设备机壳带电和工作不稳定,严重时甚至是击穿烧毁的预兆。

变压器的绝缘电阻的高低是由所采用的绝缘材料本身的物理性能和变压器的防潮能力以及工作温度决定的。变压器在受潮和加电工作发热后,绝缘电阻都将大大降低。

电晕放电

corona discharge

变压器的绝缘系统内往往存在着大小不同的空气层或气泡。空气的介电常数小,绝缘材料的介电常数大。由于两种介质串联使用时,电场强度的分配与介电常数成反比,故空气层上分担的电场强度高。而空气的抗电强度又远低于其它绝缘材料,因而当变压器工作电场强度较高时,空气层内气体分子被电离,产生电晕放电。电晕放电使放电处局部过热,并产生电子和离子轰击,使该处绝缘击穿。电晕放电使高压变压器的寿命大大缩短。在设计和制造高压变压器时,要采取措施避免变压器工作时发生电晕放电。

过负荷

over load

过负荷情况有两种:一种是电压正常,而电流大于额定值,这种情况在无线电设备中除了出现故障外发生得较少;另一种是当电源电压超过额定值时产生的过负荷,这种情

况在使用没经过稳压的 50 赫市电的无线电设备中不可避免地会遇到。中午和半夜，市电电压偏高较多，引起电源变压器过负荷，例如，220 伏电源在半夜可能高到 240 伏以上。此时，除了工作电流相应按比例增大以外，还由于电压升高而引起铁心内产生磁饱和，引起磁化电流和铁心损耗急剧增加，从而使变压器过热，严重时可能使灌封层开裂，甚至使变压器烧毁。因此，在变压器设计和制造时，应考虑过负荷的能力。

杂散磁场干扰

stray magnetic field interference

电源变压器的磁场不仅存在于铁芯中，也存在于变压器附近的空间中，空间中的这部分磁场叫做杂散磁场。它与变压器的磁通密度、铁心材料和加工工艺水平、铁心结构形式等有关。杂散磁场对电视、雷达、示波器和有低电平音频变压器的放大器都会产生干扰。例如，杂散磁场会引起电视机屏幕上出现上下滚动的黑色条纹，以及图象中的垂直线弯曲为 S 形并左右摆动；杂散磁场进入低电平音频变压器后将使音频放大器交流声增大。

4. 音频变压器的

主要技术要求

音频变压器的电压比

voltage ratio of AF transformer

音频变压器的工作频带较宽，在工作频带的两端，输出电压有下降或上升的现象，此时，电压比偏离圈数比的程度较大。因此，音频变压器的电压比指的是在中间频率时测得的电压比。

音频变压器的效率

efficiency of audio transformer

音频变压器效率的定义是：

$$\eta = \frac{\text{输出功率}}{\text{铜耗} + \text{输出功率}} \times 100\%$$

$$= \frac{R}{r_1' + r_2 + R} \times 100\%$$

式中 η ——音频变压器的效率；

R ——变压器次级负载电阻；

r_2 ——变压器次级铜阻；

r_1' ——换算到次级的变压器初级铜阻。

一般小功率音频变压器，由于磁通密度低，且工作时信号频率和幅度是变化的，最低频率和最大幅度的信号延续的时间短，因此，在考虑这类变压器的效率时，不是考虑它的铁心损耗，而是考虑在变压器铜阻上产生的损耗。线圈铜阻愈大，效率就愈低。

对用于电池供电的电子设备来说，音频变压器（尤其是输出变压器）的效率过低，将使耗电量加大，干电池寿命缩短。

频带宽度

frequency band width

当音频变压器的输入电压振幅一定，而频率不同时，其输出电压也不相同。在中间频率输入电压与输出电压基本上分别与变压器初级与次级绕组的匝数成正比，但频率很低或很高时则不然。一般规定，如果中间频率的输出电压为 U ，则输出电压大于 $\frac{U}{\sqrt{2}}$ $= 0.707U$ 的工作频率范围称为音频变压器的频带宽度。

频率特性

frequency characteristics

音频变压器次级输出电压随工作频率变化的特性叫作频率特性或频率响应。一只音频变压器变换阻抗或变换电压的效果并不是对所有的频率都是均匀的。一般来说，在频率范围的中间部分，输出电压是平稳的，而在频率范围的低端，往往由于变压器的自感不够大而引起输出电压下降。在频率范围的高端，往往由于分布电容和漏感过大而引起输出电压下降。当漏感与分布电容参数选择不

正确时,也会引起输出电压在高频端上升而出现峰值。

频率响应

frequency response

即“频率特性”。

波形失真

wave form distortion

系指音频变压器在放大电路中引起特殊的失真。在低频端,往往由于存在过大的直流磁化或磁通密度偏高以及自感不够大而引起输出电压波形失真。在高频端,往往由于分布电容和漏感过大而引起输出电压波形失真。

非线性失真

non-linear distortion

即“波形失真”。

自感

self inductance

变压器或阻流圈铁心磁路内的交变磁通穿过线圈所产生的电感叫做自感。

漏感

leakage inductance

初级线圈中的电流所产生的磁通并不是全部穿过次级线圈,不穿过次级线圈的这部分磁通叫漏磁通,漏磁通产生的电感叫漏感。

分布电容

distributed capacitance

变压器的线圈与线圈间、层与层间、匝与匝间,以及线圈与铁心间都存在一定的电容,这就是分布电容。当分布电容比较大以及变压器的阻抗比较高时,就会对音频变压器和脉冲变压器的电性能产生一定的影响。

5. 脉冲变压器的主要技术要求

匝比

turns ratio

变压器次级线圈匝数(N_2)与初级线圈匝

数(N_1)之比,叫匝比(n),即 $n = \frac{N_2}{N_1}$ 。在一般情况下,它就是输出电压与输入电压之比。

变压系数

transformer ratio

即“匝比”。

变比

ratio of transformation

即“匝比”。

特性阻抗

characteristic impedance; natural impedance

变压器本身的漏感(L_s)与总分布电容(C')(包括变压器本身及其线路与负载中的电容)之比的平方根值,叫特性阻抗 ρ ,即

$$\rho = \sqrt{\frac{L_s}{C'}}$$

若脉冲变压器的特性阻抗等于脉冲电源的内阻,等于脉冲变压器负载折算到(反映到)初级电阻时,则得到最佳的振荡(衰减)系数为0.707。这时,上冲约为脉冲振幅的4.3%,前沿约为振荡系数为零时的1.5倍。

脉冲波形失真

pulse shape distortion

脉冲波经过变压器后,输出波形的畸变称为波形失真。

波形失真主要表现在脉冲前沿、后沿、顶部的变化。通常对经过变压器后输出波形的要求是:前沿应小于脉宽的10%,后沿应小于脉宽的20%,顶部降落应小于脉冲幅度的(5~10)%,上冲不应大于脉冲幅度的(5~10)%。

阻抗匹配

impedance matching

若变压器的特性阻抗与负载折算电阻及脉冲源内阻相等时,功率获得最佳传输,则称此为阻抗匹配。此时,波形失真也最小。

磁感应增量

incremental magnetic induction

由于变压器铁心在脉冲状态下工作,从脉冲开始到脉冲结束,磁感应的变化称为磁感应增量。多次脉冲磁化以后,在脉冲开始时,磁感应是从剩余磁感应(B_0)开始增长,一直到脉冲结束时的磁感应(B)为止的。即磁感应增量 $\Delta B = B - B_0$ 。

磁场强度增量

incremental magnetic field

系指脉冲状态下,对应某一磁感应增量 ΔB 的磁场强度增量。

脉冲磁导率

pulse permeability

系指磁感应增量(ΔB)与磁场强度增量(ΔH)之比,即脉冲磁导率 $\mu_\Delta = \frac{\Delta B}{\Delta H}$ 。

静态磁导率

static permeability

即“脉冲磁导率”。

有效脉冲磁导率

effective pulse permeability

有效脉冲磁导率(μ_e)或称脉冲视在磁导率(μ_Δ)。系指脉冲状态下,考虑了涡流在铁心中的作用之后的磁导率。 μ_e 最大只能等于脉冲磁导率(μ_Δ),即铁心无涡流损耗时,脉冲视在磁导率标志着总励磁电流的大小。通常 $\frac{\mu_e}{\mu_\Delta} = \frac{1}{2}$, 脉冲宽度越大, μ_e 亦越接近于 μ_Δ 。

脉冲视在磁导率

effective pulse permeability

即“有效脉冲磁导率”。

closed-entry contact	10-9	contact wear	10-42
coaxial adapter	10-2	contact weld	10-42
coaxial connector	10-2	continuous torque at stall	10-62
coaxial relay	10-28	control coefficient	10-37
coaxial rotating joint	10-6	control switch	10-19
coaxial termination	10-3	control synchro	10-51
code relay	10-28	control synchro differential transmitter	10-51
coil	10-32	control synchro transformer	10-51
coil covering	10-33	control synchro transmitter	10-51
coil overload	10-35	core	10-33
coil power dissipation	10-35	core loss	10-80
coil temperature rise	10-35	core type core	10-76
cold-rolled silicon steel tape (sheet)	10-77	core type transformer	10-68
cold welding of contacts	10-42	corona discharge	10-80
common time	10-49	couple	10-45
conductive elastomer connector	10-6	coupling mechanism force	10-13
connect/disconnect life	10-13	crimping	10-14
connector	10-1	crimping tool	10-14
connector with mixed contacts	10-4	critical voltage	10-44
constant magneto-conductivity alloy	10-78	crown	10-11
contact	10-6, 10-20, 10-29	cryogenic connector	10-5
contact adhesion	10-42	current at continuous torque	10-62
contact arrangement	10-48	current at peak torque	10-61
contact bounce	10-41	current limiting transformer	10-69
contact bounce time	10-39	current relay	10-27
contact bridging	10-42	cylindrical connector	10-3
contact chatter	10-41		
contact chatter time	10-40	D	
contact combination	10-31	damping spring	10-34
contact contamination	10-41	DC brushless servomotor	10-60
contact density	10-12	DC brushless torque motor	10-61
contact engaging and separating force	10-13	DC constant speed motor	10-64
contact follow	10-38	DC converter transformer	10-69
contact force	10-38	DC moving coil servomotor	10-59
contact gap	10-38	DC permanent magnet servomotor	10-59
contactless relay	10-24	DC permanent magnet tachometer generator	10-56
contact load	10-35	DC printed circuit servomotor	10-60
contact miss	10-41	DC servomotor	10-58
contact overload capability	10-36	DC shunt servomotor	10-59
contact overtravel	10-38	DC slotless armature servomotor	10-59
contact rate	10-49	DC tachometer generator	10-56
contact resistance	10-13, 10-36	DC tachometer generator with separate excitation	10-56
contact retaining force	10-13	DC torque motor	10-61
contact return	10-43	dead zone	10-57
contact separation	10-38	diaphragm relay	10-26
contact spring	10-20, 10-32	dielectric strength	10-37
contact spring assembly	10-32	dielectric withstanding voltage	10-13, 10-80
contact spring pileup	10-32	differential relay	10-23
contact sticking	10-42	direct current relay	10-26
"contact" voltage drop	10-45	disconnecting switch	10-20
"contact" voltage rate of rise	10-45		
contact voltage regulator	10-71		

dissymmetry of contact rate	10-49	fast-acting relay	10-27
distributed capacitance	10-82	fast-operate slow-release relay	10-27
door interlock switch	10-20	female contact	10-7
double contacts	10-30	ferreed relay	10-25
drive voltage and frequency	10-48	ferrite core	10-77
driving transformer	10-72	FET chopper	10-47
dropout	10-37	filament transformer	10-69
drum switch	10-16	fixed contact	10-30
dry circuit contacts	10-30	flange coupling	10-10
dry circuit load	10-35	flat-cable connector	10-3
dry reed relay	10-25	flat relay	10-26
dry type transformer	10-67	fluidic relay	10-24
dwelt time	10-49	fluorochemical transformer	10-67
dynamic contact resistance	10-36	formed wire contact	10-8

E

early contacts	10-30	frame	10-34
ebonite reed relay	10-25	frame output transformer	10-74
eccentricity	10-14	free travel	10-38
edge connector	10-3	frequency band width	10-81
edge control rotary switch	10-16	frequency characteristics	10-81
effective pulse permeability	10-83	frequency response	10-82
efficiency	10-49, 10-80	frequency sensitive relay	10-23
efficiency of audio transformer	10-81	fritting	10-42
elastomer connector	10-5	fundamental null voltage	10-52
electric contact	10-20	fundamental residual voltage	10-57
electrical characteristic	10-40	fusible wire release	10-11
electrical converters and generators	10-65		
electrical error	10-53		
electrical reset	10-42		
electrical wear	10-42		
electrical zero position	10-52		
electrodynanic type relay	10-23		
electromagnetic relay	10-21		
electromagnetic time delay relay	10-22		
electromechanical chopper	10-47		
electrostatic relay	10-23		
electrostatic shield	10-77		
electrostrictive relay	10-23		
electrothermal relay	10-22		
encapsulated transformer	10-67		
enclosed relay	10-29		
engaging or separating force	10-13		
environmentally sealed connector	10-4		
error from electrical zero position	10-54		
explosive release	10-11		
extraction tool	10-14		

F

fan and blower for cooling electronic equipment	10-65
---	-------

G

general connector	10-4
guide means	10-12
guillotine release	10-11

H

Hall effect chopper	10-48
Hall effect relay	10-24
harmonic residual voltage	10-57
header	10-34
heavy load	10-36
heel piece	10-33
helical contact	10-9
hermaphroditical contact	10-7
hermaphroditic tuning fork type contacts	10-8
hermetically sealed connector	10-4
hermetically sealed transformer	10-67
high-frequency connector	10-2
high-frequency relay	10-28
high-power connector	10-4
high-pressure resistant underwater connector	10-4
high sensitive relay	10-26
high speed relay	10-27
high temperature connector	10-5

matched load	10-3	nonlinearity of torque-speed characteristic	10-60
maximum coil power dissipation	10-38	nonpickup	10-37
maximum input voltage	10-44	non-polarized relay	10-21
maximum non-load speed	10-62	normal dropout voltage (current)	10-37
maximum operating frequency	10-46	normally closed contacts	10-32
maximum output current (voltage)	10-45	normally opened contacts	10-32
maximum output voltage	10-52	normal operate time	10-44
maximum pickup voltage (current)	10-37	normal pickup voltage (current)	10-36
maximum power dissipation	10-45	null position	10-52, 10-54
mechanical characteristic	10-40	O	
mechanical latching relay	10-27		
medium frequency transformer	10-73	off-normal contact	10-30
medium load	10-35	oil immersed transformer	10-67
mercury contact relay	10-26	one-piece insulator	10-9
mercury plunger relay	10-26	open-circuit impedance	10-45
mercury wetted contact relay	10-25	open contact leakage current	10-45
mercury wetted reed chopper	10-48	open-entry contact	10-9
meter relay	10-23	open relay	10-29
microminiature relay	10-29	open type transformer	10-67
microstrip-to-coaxial adapter	10-3	operate	10-45
micro switch	10-18	operate current (voltage)	10-46
miniature relay	10-29	operate time	10-39, 10-43, 10-46
minimum contact current	10-36	operate time characteristic	10-40
minimum dropout voltage (current)	10-37	operate value	10-36
minimum hold-in voltage	10-44	operating conditions	10-41
minimum operate voltage	10-44	operating frequency	10-37
minimum output current (voltage)	10-45	operating point	10-43
miss	10-46	operating safety factor	10-43
modulating transformer	10-72	outer contact	10-7
monostable polarized relay	10-21	output	10-45
motor-driven time relay	10-22	output transformer	10-72
mounted position	10-41	output voltage-speed characteristic	10-57
movable contact	10-20, 10-30	overcurrent relay	10-27
movable contact spring	10-32	over load	10-80
movable spring	10-20	overvoltage relay	10-27
moving coil voltage regulator	10-71	P	
multi-piece insulator	10-9		
multipolar resolver	10-53	peak torque	10-61
multipolar synchro	10-52	peak transformer	10-69
multi-position relay	10-28	permanent magnet stepping motor	10-62
multi-wire brush contacts	10-8	phase-adjustable connector	10-4
N		phase angle	10-49
		phase shift	10-52
natural impedance	10-82	photoelectric chopper	10-47
neutral relay	10-21	photoelectric relay	10-24
nitrogen-filled seal	10-43	piano-key switch	10-18
noise	10-48	pickup time	10-39
no load current	10-79	pickup value	10-36
no load loss	10-80	piezoelectric ceramic relay	10-23
no load speed	10-60	pin (socket) type contact	10-7
noninductive winding	10-33	plug	10-1
non-linear distortion	10-82		

plug-to-plug adapter	10-2	rectifier transformer	10-69
plunger relay	10-25	reed	10-32
pneumatic release	10-11	reed relay	10-25
polarized relay	10-21	regulating auto-transformer	10-71
polarizing means	10-12	relation between control voltage and speed	10-60
polar relay	10-21	relay	10-21
pole	10-20	relay in which springs manufactured by "the comb technique"	10-25
pole face	10-33	release	10-37, 10-46
pole piece	10-34	release conditions	10-41
position	10-20	release current (voltage)	10-46
power at continuous torque	10-62	release time	10-29, 10-46
power capacity	10-13	release time characteristic	10-40
power dissipation	10-45	repeatability	10-13, 10-38
power input stalled at peak torque	10-62	residual gap	10-34
power switch	10-19	residual plate (stud, screw, pin)	10-57
power transformer	10-68	residual voltage	10-37
power transformer in switching mode power supply	10-69	resolver	10-53
precision coaxial connector	10-4	resonant frequency	10-37
pressure-sensitive elastomer connector	10-6	resonant reed relay	10-23
printed circuit connector	10-3	restoring spring	10-34
proportional resolver	10-53	return spring	10-34
proximity switch	10-18	RF switching relay	10-28
pull characteristics	10-40	ripple coefficient	10-57
pull-in value	10-36	ripple torque coefficient	10-61
pull-off release	10-11	rocker switch	10-17
pulse connector	10-4	rotary band switch (low current rating)	10-15
pulse permeability	10-83	rotary relay	10-24
pulse shape distortion	10-82	rotary switch	10-15
pulse transformer	10-74	rotary solenoid relay	10-25
punched lamination	10-75	round connector	10-3
pushbutton switch	10-17		
push-pull coupling	10-10		

S

R		saturated recovery time	10-44
rack-and-panel connector	10-3	saturated release time	10-14
radiation-resistant connector	10-5	saturated return time	10-14
radiation resistant relay	10-29	saturate time	10-41
radio-frequency leakage	10-12	saturation	10-44
rated coil current	10-35	scoop-proof	10-12
rated coil voltage	10-35	screw-threaded coupling	10-10
rated contact current	10-36	seal	10-12
rated contact voltage	10-36	sealed contacts	10-30
rated frequency	10-79	sealed relay	10-29
rated power	10-79	sealed transformer	10-67
rated VA	10-79	sealing	10-12, 10-43
rated voltage	10-79	seesaw switch	10-17
ratio of transformation	10-82	selective transformer	10-73
receptacle	10-2	self-aligning time	10-52
recovery coefficient	10-37	self-binding enamel wire	10-78
recovery time	10-44	self inductance	10-82
rectangular connector	10-3	semiconducting glasses relay	10-24
		sensitive relay	10-26

sensitive switch	10—18	stepping motor with hydraulic pump	10—63
sensitivity	10—36	stepping relay	10—28
separation (breakaway) connector	10—6	straight connector	10—5
sequential relay	10—28	stray magnetic field interference	10—81
servomotor	10—57	sub-miniature relay	10—29
sexless contact	10—7	superconductive chopper	10—48
shading ring	10—34	supporting spring	10—35
shear release	10—11	surge current	10—45
shell	10—10	switch	10—15
shelltype core	10—76	switching power	10—36
shell type transformer	10—68	synchro	10—50
shielding	10—12	synchronous tachometer generator	10—56
signal relay	10—28		
sine and cosine functional error	10—54	T	
sine and cosine resolver	10—53	T connector	10—5
single contact	10—30	tachometer generator	10—55
slave relay	10—28	Tee connector	10—5
slide contacts	10—30	telephone-type relay	10—28
slide switch	10—17	temperature grade	10—78
slow-acting relay	10—27	temperature relay	10—22
slow-operate fast-release relay	10—27	temperature rise	10—79
small and special electric machine	10—50	temperature rise of contacts	10—14
small driving motor	10—63	terminal	10—34
small electric machine combined in one unit	10—63	thermal relay	10—22
small electric machine for automatic control system	10—50	thermal release	10—11
snap action contacts	10—30	thermal stability	10—46
snap action switch	10—18	thermal time delay relay	10—22
snubber spring	10—34	three phase E-core	10—76
soldering	10—14	three-position polarized relay	10—21
solderless wire-wrapping	10—14	throw	10—20
solenoid relay	10—25	thumb wheel switch	10—16
solenoid release	10—11	time constant	10—60
solid state chopper	10—47	time relay	10—22
solid state relay	10—24	toggle switch	10—16
solid state time relay	10—22	toroidal core	10—76
spacing	10—12	toroidal transformer	10—68
spark quenching circuit	10—35	torque gradient	10—52
special function resolver	10—53	torque motor	10—61
spring load characteristic	10—40	torque sensitivity	10—62
stagger time	10—40	torque-speed characteristic	10—60
stall torque of servomotor	10—60	torque synchro	10—50
stall torque of torque motor	10—61	torque synchro differential receiver	10—51
star-shaped support	10—10	torque synchro differential transmitter	10—51
starting voltage	10—60	torque synchro receiver	10—51
static permeability	10—83	torque synchro transmitter	10—50
static relay	10—24	total null voltage	10—52
stationary contact	10—20, 10—30	transfer contacts	10—32
stationary contact spring	10—32	transfer time	10—40
stationary spring	10—20	transformation ratio	10—54
stepping motor	10—62	transformer	10—66
		transformer ratio	10—82
		transient overload current	10—44

transistor chopper	10—47	voltage effects	10—44
transit time	10—49	voltage gradient	10—54, 10—57
transolver	10—51	voltage ratio	10—79
turns ratio	10—82	voltage ratio of AF trans former	10—81
twisted-wire contact	10—7	voltage regulation	10—79
two fork-like contacts	10—8	voltage regulator	10—71
two-phase servomotor	10—57	voltage relay	10—27
two speed resolver	10—54	voltage stabilizing transformer	10—70
two speed synchro	10—52	voltage standing wave ratio	10—12

U

umbilical connector	10—6
undercurrent relay	10—27
undervoltage relay	10—28
unenclosed relay	10—29
uni-directional push button switch	10—18

V

vacuum baking	10—43
vacuum relay	10—26
variable reluctance stepping motor	10—62
vibrating capacitance chopper	10—48
vibrating relay	10—23
video-frequency connector	10—2
voltage at continuous torque	10—62
voltage at peak torque	10—62

W

wafer transformer	10—68
wave form distortion	10—82
waveguide-to-coaxial adapter	10—3
winding	10—33
winding resistance	10—35
wiper	10—20
wire spring relay	10—25
wound-cut core	10—76
wrapping tool	10—14

Y

yoke	10—53
------	-------

Z

zero force connector	10—6
----------------------	------